

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

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO UHT NA QUALIDADE DO
REQUEIJÃO CREMOSO TRADICIONAL E LIGHT**

DARLILA APARECIDA GALLINA

Química Industrial

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Dr^a. ARIENE G. F. VAN DENDER

Orientadora

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

Campinas – SP

2005

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

G137i Gallina, Darlila Aparecida
Influência do tratamento UHT na qualidade de requeijão
cremoso tradicional e light / Darlila Aparecida Gallina. --
Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Ariene Gimenes Fernandes Van Dender
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Requeijão. 2. Queijo – Variedades. 3. Alimentos
longa vida. 4. Tratamento térmico. I. Van Dender, Ariene
Gimenes Fernandes. II. Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Influence of UHT processing on the quality of full fat and reduced
fat requeijão cremoso.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Cheese curd, Cheese – varieties, Long life
Foods, Heat treatment

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Ariene Gimenes Fernandes Van Dender

Walkíria Hanada Viotto

Salvador Massaguer Roig

Izildinha Moreno

Mirna Lucia Gigante

Helena Maria André Bolini

BANCA EXAMINADORA

Dra. Ariene G. F. Van Dender
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Orientadora

Profa. Dra. Walkíria H. Viotto
Universidade Estadual de Campinas
Membro

Prof. Dr. Salvador M. Roig
Universidade Estadual de Campinas
Membro

Dra. Izildinha Moreno
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Membro

Dra. Mirna L. Gigante
Universidade Estadual de Campinas
Membro

Dra. Helena M. A. Bolini
Universidade Estadual de Campinas
Membro

A Deus, pela iluminação e força superior.
A meus avós, analfabetos, pelo exemplo de vida, respeito e amor à família.
Aos meus pais Balduino e Lorena, pela vida, amor, dedicação e confiança.
A meus irmãos Darlan e Dalva pelo amor e carinho.
A meus sobrinhos Nicole, Alana, Daniel e Vivian, por seu amor e admiração.
A meu esposo, Julio César, pelo amor, compreensão e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

- À minha orientadora Dra. Ariene G. F. Van Dender, pela oportunidade de realização deste trabalho, por sua orientação, apoio e confiança durante todo o doutorado, e pela oportunidade de aprendizado e crescimento mútuo através do nosso relacionamento e convívio.
- Aos membros da banca, pelas valiosas sugestões na conclusão deste trabalho.
- À Dra. Izildinha Moreno, coordenadora do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Laticínios e responsável pelo Laboratório de Microbiologia – TECNOLAT/ITAL, pelo apoio total no desenvolvimento deste trabalho.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela bolsa de Doutorado e apoio financeiro, o que viabilizou a execução deste trabalho.
- À Tetra Pak, especialmente a Antonieta Hilst, pela colaboração na compra das matérias-primas e a disponibilização de seus equipamentos (esterilizador e envase asséptico).
- Aos pesquisadores do Tecnolat, José Leonardo, Manoel, Genevaldo, Alda, Elza e Airton, pelo incentivo, amizade e harmoniosa convivência.
- À pesquisadora Dra. Izildinha Moreno e a técnica Fabiana Trento pela valiosa colaboração nas análises microbiológicas.
- Aos pesquisadores do LAFISE/ITAL, Eliete V. de Faria e Katumi Yotsuyanagi e a técnica Camila C. P. Monteiro, pela excelente contribuição na avaliação sensorial dos requeijões.
- À pesquisadora do LAFISE/ITAL, Valéria D. A. Anjos e ao técnico Márcio Costa, pela colaboração na avaliação do perfil de textura e cor dos requeijões.
- Ao estatístico Katumi Yotsuyanagi, pelo auxílio nas análises estatísticas.
- Ao Pesquisador Marcelo A. Morgano do CQNA/ITAL, por sua colaboração nas análises de minerais.
- Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica – Biologia/Unicamp, em especial as técnicas Antonia e Adriana, pela colaboração na análise de microscopia eletrônica dos requeijões.
- Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica – DEPAN/Unicamp, em especial a Profa Dra. Débora de Q. Tavares e a técnica Yara F. Honório, pelos ensinamentos e colaboração na metodologia de microscopia eletrônica.

- À Profa. Dra. Flávia do DEPAN/ Unicamp e a técnica Eliana P. Motta, pela imprescindível colaboração na realização das análises de eletroforese dos requeijões.
- À Pesquisadora Dra. Vera L. Baldini pelas sugestões em relação à eletroforese dos requeijões.
- A todos os professores da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, em especial, a Profa. Dra. Helena M. A. Bolini e Prof. Dr. Salvador M. Roig, pela amizade e pelos conhecimentos transmitidos.
- As técnicas Rosemary Sabino e Renata Rizzardo, e a todos os estagiários do Laboratório de análises físico-químicas do TECNOLAT/ITAL, pelo auxílio nos processamentos e colaboração na realização das análises físico-químicas.
- A todos os funcionários do TecnoLat, em especial ao José Rubens, Aparecido e José Carlos (Kenu), pela colaboração na execução deste trabalho.
- Aos funcionários da Tetra-Pak, Márcio e Sebastião, pela colaboração no processamento dos requeijões UHT e pela amizade.
- A Juliana, secretária do TECNOLAT/ITAL, pela colaboração, amizade e carinho.
- A Leila, pelo apoio, sugestões, correções e amizade.
- A todos os colegas de pós-graduação do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em especial ao Jorge, Salles, Christiane, Fernanda, Gert, Dornellas, Leila, Raquel, Mirela, Fábio, Clarissa e Adriana, pela convivência e amizade.
- Ao amigo Divair Christ, pela amizade e pelo auxílio em diversos momentos.
- Aos amigos, Carlos e Claudete, Paulo e Liane, Daniel e Fernanda, Divair Christ e Jorge Schulz, pelos inúmeros momentos de amizade e carinho.
- As amigas Renata e Fabiana, do TecnoLat, pelas conversas, amizade e momentos de descontração.
- A todos que de alguma forma contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho.
- A minha família e a todos os meus amigos que com seu carinho e apoio me deram estímulos nos momentos difíceis.
- A minha família Paraguaia, Cirina (“in memoriam”), Hipólito, Mario Marcelo, Maria Laura, Ingrid, Kity, Yanina, Ximena, Cristina, Claudia, Alesandro e Maurizio.
- Aos meus pais e irmãos, por sempre acreditarem no meu esforço e dedicação.

- Ao Julio César, por estar sempre a meu lado mesmo nos momentos em que estava longe, dando-me apoio e confiando plenamente em mim como pessoa e profissional, e pelo seu exemplo de trabalho e dedicação.

- A proteção divina, constante em toda minha vida.

INDÍCE

LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xv
RESUMO	xxi
SUMMARY	xxiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 QUEIJO FUNDIDO E REQUEIJÃO CREMOSO	3
2.2 PRODUTOS COM TEOR DE GORDURA REDUZIDO – REQUEIJÃO LIGHT	6
2.3 ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE PROCESSAMENTO DO REQUEIJÃO CREMOSO	8
2.4 PERFIL DE TEXTURA DO REQUEIJÃO CREMOSO.....	19
2.5 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO REQUEIJÃO CREMOSO	26
2.5.1 <i>Avaliação físico-química da oxidação de lipídios para estimar a vida de prateleira (“shelf-life”) do requeijão cremoso.....</i>	<i>33</i>
2.6 TRATAMENTO TÉRMICO	34
2.6.1 <i>Efeito do tratamento térmico sobre os constituintes do leite</i>	<i>36</i>
2.7 MICROSCOPIA ELETRÔNICA	42
2.8 ELETROFORESE	51
2.9 COR	53
3 MATERIAL E MÉTODOS	57
3.1 MATERIAL	57
3.1.1 <i>Equipamentos e materiais utilizados</i>	<i>57</i>
3.1.2 <i>Matérias-primas.....</i>	<i>57</i>
3.1.3 <i>Coadjuvantes Tecnológicos</i>	<i>58</i>
3.2 MÉTODOS	59
3.2.1 <i>Elaboração dos Requeijões.....</i>	<i>59</i>
3.2.2 <i>Tecnologia de fabricação</i>	<i>59</i>
3.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS	69
3.3.1 <i>Procedimento de Amostragem</i>	<i>69</i>

3.3.2	<i>Análises Físicas e Químicas</i>	73
3.3.3	<i>Análises Microbiológicas</i>	76
3.3.4	<i>Avaliação do Perfil de Textura</i>	78
3.3.5	<i>Análise Sensorial - Requeijão cremoso e requeijão cremoso light e requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT.</i>	79
3.3.6	<i>Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM)</i>	94
3.3.7	<i>Perfil Eletroforético – Eletroforese em gel de poliacrilamida (Uréia-PAGE)</i>	95
3.3.8	<i>Cor</i>	96
3.3.9	<i>Análise Estatística dos resultados</i>	96
3.3.10	<i>Códigos utilizados para identificação das amostras de requeijão cremoso</i>	96
3.3.11	<i>Esquema geral de desenvolvimento do trabalho</i>	97
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
4.1	AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS – MATÉRIAS-PRIMAS/REQUEIJÕES	99
4.1.1	<i>Avaliações físico-químicas (pH, Lactose, TBA) durante a estocagem a 5°C do requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT (RC e RC_{UHT})</i>	107
4.1.2	<i>Avaliação físico-química (TBA) do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante a estocagem a 5 e 25°C</i>	112
4.2	AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS – LEITE/MASSA/REQUEIJÕES.....	114
4.3	ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA	121
4.3.1	<i>Perfil de Textura do requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT (RC e RC_{UHT}) durante a estocagem a 5°C</i>	121
4.3.2	<i>Perfil de Textura do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C</i>	125
4.3.3	<i>Perfil de Textura do requeijão cremoso light (copo) e requeijão cremoso light UHT (RCL e RCL_{UHT}) durante a estocagem a 5°C</i>	129
4.3.4	<i>Perfil de Textura do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C</i>	132
4.4	COR	136
4.4.1	<i>Cor dos requeijões cremosos (RC e RC_{UHT}) durante a estocagem a 5°C</i>	136

4.4.2	<i>Cor do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C.....</i>	139
4.4.3	<i>Cor dos requeijões cremosos light (RCL e RCL_{UHT}) durante a estocagem a 5°C.....</i>	143
4.4.4	<i>Cor do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C.....</i>	145
4.5	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (SEM)	149
4.6	ELETROFORESE	155
4.7	ANÁLISE SENSORIAL	159
4.7.1	<i>Teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) em comparação com amostras comerciais:</i>	159
4.7.2	<i>Comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso obtidas com tratamento térmico normal (RC) e UHT (RC_{UHT}) – 3º Processamento.....</i>	167
4.7.3	<i>Avaliação sensorial durante a estocagem das amostras de requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) – 3º Processamento.....</i>	171
4.7.4	<i>Estimativa da vida-de-prateleira do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) nas diferentes temperaturas estudadas</i>	182
4.7.5	<i>Análise descritiva quantitativa para comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso obtidas com tratamento térmico normal (RC) e UHT (RC_{UHT}) – comparação entre o 3º Processamento e o 4º Processamento.</i>	185
4.7.6	<i>Teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) em comparação com amostras comerciais:.....</i>	187
4.7.7	<i>Comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) – 6º Processamento</i>	195
4.7.8	<i>Comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) – 7º Processamento</i>	197

4.7.9	<i>Avaliação sensorial durante a estocagem das amostras de requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT})– 7^o Processamento.....</i>	199
4.7.10	<i>Estimativa da vida-de-prateleira do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) nas diferentes temperaturas estudadas.....</i>	211
5	CONCLUSÕES.....	215
6	BIBLIOGRAFIA	221

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de tratamentos térmicos do leite e suas finalidades	35
Tabela 2: Sumário de efeito do tratamento térmico sobre os constituintes do leite	37
Tabela 3: Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso (copo) e requeijão cremoso UHT (Processamentos 3, 4 e 5)	68
Tabela 4: Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light (copo) e requeijão cremoso light UHT (Processamentos 6, 7 e 8)	68
Tabela 5: Valores médios da composição dos leites desnatados utilizados nos processamentos do RC e RC _{UHT} e do RCL e RCL _{UHT} (n = 3).....	99
Tabela 6: Valores médios da composição dos cremes de leite utilizados nos processamentos do RC e RC _{UHT} e do RCL e RCL _{UHT} (n = 3)	100
Tabela 7: Valores médios da composição das massas utilizadas nos processamentos do RC e RC _{UHT} e do RCL e RCL _{UHT} (n = 3)	100
Tabela 8: Efeito da esterilização UHT na composição do requeijão cremoso (n = 3)	102
Tabela 9: Efeito da esterilização UHT na composição do requeijão cremoso light (n = 3)	103
Tabela 10: Avaliação estatística do pH, lactose e TBA do RC (5°C) ao longo do tempo de estocagem de 90 dias.....	108
Tabela 11: Avaliação estatística do pH e lactose do RC _{UHT} (5°C) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias.....	109
Tabela 12: Avaliação estatística do Índice de TBA para o RC _{UHT} (5°C) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias.....	109
Tabela 13: Avaliação comparativa do pH, lactose, TBA e interação (amostra*tempo) dos requeijões (RC e RC _{UHT}) ao longo do tempo de estocagem de 90 dias à 5°C.....	111
Tabela 14: Avaliação estatística do Índice de TBA para o RC _{UHT} (5 e 25°C) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias	113
Tabela 15: Avaliação comparativa do índice de TBA e interação (amostra*tempo) do requeijão (RC _{UHT}) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias à 5 e 25°C.....	113
Tabela 16: Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa, utilizados nos processamentos P3, P4 e P5	114
Tabela 17: Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa, utilizados nos processamentos P6, P7 e P8	115

Tabela 18: Avaliação microbiológica do requeijão cremoso (RC), após 1, 45 e 90 dias de estocagem dos processamentos P3, P4 e P5	116
Tabela 19: Avaliação microbiológica do requeijão cremoso light (RCL), após 1, 45 e 90 dias de estocagem dos processamentos P6, P7 e P8.....	117
Tabela 20: Comparação dos parâmetros de textura entre o RC e RC _{UHT} ao longo do período de estocagem (1, 30, 60 e 90 dias) (n = 3)	121
Tabela 21: Avaliação dos parâmetros de textura do RC e RC _{UHT} ao longo do período de estocagem (1, 30, 60 e 90 dias) (n = 3).....	124
Tabela 22: Comparação dos parâmetros de textura entre o RC _{UHT} estocado a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem (1, 30, 60, 90 120, 150 e 180 dias) (n = 2)	126
Tabela 23: Comparação dos parâmetros de textura do RC _{UHT} estocado a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem (1, 30, 60, 90 120, 150 e 180 dias) (n = 2)	128
Tabela 24: Comparação dos parâmetros de textura entre o RCL e RCL _{UHT} ao longo do período de estocagem (1, 30, 60 e 90 dias) (n = 3)	129
Tabela 25: Comparação dos parâmetros de textura entre o RCL _{UHT} estocado a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem (1, 30, 60, 90 120, 150 e 180 dias) (n = 3)	133
Tabela 26: Resultados da análise de cor (L*, b*, IB) do requeijão cremoso (RC), requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) durante o período de estocagem de 90 dias a 5°C (n = 3)	139
Tabela 27: Resultados da análise de cor (L*, b*, IB) do requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) durante o período de estocagem de 180 dias a 5 e 25°C (n = 3)	142
Tabela 28: Resultados da análise de cor (L*, b*, IB) do requeijão cremoso light (RCL), requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) durante o período de estocagem de 90 dias a 5°C (n = 3)	145
Tabela 29: Resultados da análise de cor (L*, b*, IB) do requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) durante o período de estocagem de 180 dias a 5 e 25°C (n = 3)	148
Tabela 30: Resultados médios obtidos nos teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso. Em cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5% *	162
Tabela 31: Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição atribuídas às amostras de requeijão cremoso	165
Tabela 32: Resultado obtido no teste triangular para avaliação de diferenças globais entre as amostras de requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT})– 3º Processamento	169

Tabela 33: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso obtidas por meio de tratamento térmico normal (RC) e por tratamento UHT (RC_{UHT}) relativas ao 3º Processamento por 16 julgadores treinados para ADQ*	170
Tabela 34: Valores médios obtidos na avaliação sensorial do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem*	173
Tabela 35: Coeficiente de correlação linear entre os atributos sensoriais e a perda de qualidade do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante a estocagem.....	181
Tabela 36: Dados obtidos a partir das regressões lineares do atributo “perda de qualidade (PQ)” com o tempo de estocagem do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) nas temperaturas estudadas considerando como limite de aceitação o valor 5 da escala	184
Tabela 37: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) relativas ao 4º Processamento por 16 julgadores treinados para ADQ*	186
Tabela 38: Resultados médios obtidos nos teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso light. Em cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5% *	191
Tabela 39: Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição atribuídas às amostras de requeijão cremoso light.....	193
Tabela 40: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) relativas ao 6º Processamento por 12 julgadores treinados para ADQ*	196
Tabela 41: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) relativas ao 7º Processamento por 12 julgadores treinados para ADQ*	198
Tabela 42: Valores médios obtidos na avaliação sensorial do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem*	201
Tabela 43: Coeficiente de correlação linear entre os atributos sensoriais e a perda de qualidade do requeijão cremoso light UHT (3º Processamento) durante a estocagem.....	210
Tabela 44: Dados obtidos a partir das regressões lineares do atributo “perda de qualidade (PQ)” com o tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) nas temperaturas estudadas considerando como limite de aceitação o valor 5 da escala	213

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva característica do texturômetro (Texture Analyser TA - XT2).....	22
Figura 2: Representação esquemática da formação da imagem por SEM	44
Figura 3: Sistema de cor – CIELAB (A) e Modelo de cor – CIELAB (B) (CIELAB)	54
Figura 4: Preparação da massa básica: Coagulação do Leite a quente com ácido láctico (A), precipitação das proteínas, separação do soro (B), lavagem da massa básica (C), prensagem da massa básica (D).....	60
Figura 5: Fluxograma do procedimento de fabricação do requeijão cremoso e requeijão cremoso light (copo) com massa obtida por acidificação direta a quente	64
Figura 6: Fluxograma do procedimento de fabricação do requeijão cremoso UHT (longa vida) e requeijão cremoso light UHT com massa obtida por acidificação direta a quente	65
Figura 7: Etapas da fabricação dos requeijões: Mistura dos ingredientes – Massa básica, sal fundente Joha S9, NaCl (A), creme de leite e água (B); Fechamento dos copos (C); Tanque de equilíbrio e sistema de esterilização tubular UHT (D); Tanque asséptico pós- esterilização (E); Embalagem asséptica UHT (F)	66
Figura 8: Fluxograma de análises realizadas durante o projeto	72
Figura 9: Questionário utilizado no teste de aceitabilidade	81
Figura 10: Ficha de avaliação sensorial desenvolvida para análise descritiva quantitativa (ADQ) do requeijão cremoso UHT visando o estudo da vida-de-prateleira do produto	87
Figura 11: Ficha de avaliação sensorial desenvolvida para análise descritiva quantitativa (ADQ) do requeijão cremoso light UHT visando o estudo da vida-de-prateleira do produto	89
Figura 12: Equipamento Critical Point Dryer – Modelo CPD 030	94
Figura 13: Equipamento Sputter Coater SCD 050	94
Figura 14: Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL Modelo JSM 5800 LV	95
Figura 15: Fluxograma de desenvolvimento da 1 ^a . etapa do trabalho	97
Figura 16: Fluxograma de desenvolvimento da 2 ^a . etapa do trabalho	98
Figura 17: Valores médios do pH do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}), durante o período de estocagem.....	107
Figura 18: Valores médios do teor de lactose do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}), durante o período de estocagem	107

Figura 19: Valores médios do Índice de TBA para o requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}), durante o período de estocagem	108
Figura 20: Índice de TBA para o RC _{UHT} durante o período de estocagem de 180 dias nas temperaturas de 5 e 25°C	112
Figura 21: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RCT e RCU (n = 3), ao longo do período de estocagem de 90 dias	124
Figura 22: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RC _{UHT} estocadas a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem de 180 dias.....	125
Figura 23: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RCL e RCL _{UHT} (n = 3), ao longo do período de estocagem de 90 dias	131
Figura 24: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RCL _{UHT} estocadas a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem de 180 dias	135
Figura 25: Cor amarela (b) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C	137
Figura 26: Luminosidade (L) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C	137
Figura 27: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C	138
Figura 28: Cor amarela (b) do requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C	140
Figura 29: Luminosidade (L) do requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C	140
Figura 30: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C	141
Figura 31: Cor amarela (b) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C.....	143
Figura 32: Luminosidade (L) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C	143
Figura 33: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C	144
Figura 34: Cor amarela (b) do requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C	146

Figura 35: Luminosidade (L) do requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.....	146
Figura 36: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.....	147
Figura 37: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC _{p3} , com teor de gordura de 18,29% e proteína total 10,77%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 90°C. Aumento de 3500 x, 10 kv	149
Figura 38: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC _{p5} , com teor de gordura de 20,40% e proteína total 12,52%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 90°C. Aumento de 2500 x, 10 kv	150
Figura 39: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC _{p3UHT} , com teor de gordura de 18,01% e proteína total 10,17%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 143°C. Aumento de 2500 x, 10 kv	150
Figura 40: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC _{p5UHT} , com teor de gordura de 20,45% e proteína total 12,21%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 143°C. Aumento de 1000 x, 10 kv	151
Figura 41: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL _{p6} , com teor de gordura de 11,06% e proteína total 15,38%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 90°C. Aumento de 2500 x, 10 kv .	151
Figura 42: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL _{p8} , com teor de gordura de 8,74% e proteína total 15,62%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 90°C. Aumento de 3500 x, 10 kv	152
Figura 43: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL _{p6UHT} , com teor de gordura de 12,33% e proteína total 13,63%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 143°C. Aumento de 2500 x, 10 kv	152
Figura 44: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL _{p8UHT} , com teor de gordura de 8,48% e proteína total 15,74%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 143°C. Aumento de 4000 x, 10 kv	153
Figura 45: Eletroforese em gel de poliacrilamida (Uréia-PAGE) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}). Linhas 1, 3 e 5: requeijão cremoso (RC) 1 dia (P3, P4 e P5); linhas 2, 4 e 6: requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) 1 dia (P3, P4 e P5); linha 7: massa básica - P3.....	156

Figura 46: Eletroforese em gel de poliacrilamida (uréia-page) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}). Linhas 1, 3 e 5: requeijão cremoso light (RCL) 1 dia (P3, P4 e P5); linhas 2, 4 e 6: requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) 1 dia (P3, P4 e P5); linha 7: massa básica – P4	157
Figura 47: Eletroforese em gel de poliacrilamida (uréia-page) do requeijão cremoso (RCL) e requeijão cremoso UHT (RC _{UHT}) ao longo do período de estocagem. (A) Linhas 1, 2, 3 e 4: requeijão cremoso - 1, 30, 60 e 90 dias; (B) linhas 1, 2, 3 e 4: requeijão cremoso UHT - 1, 60, 120 e 180 dias	158
Figura 48: Eletroforese em gel de poliacrilamida (uréia-page) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) ao longo do período de estocagem. Linhas 1, 2, 3 e 4: requeijão cremoso light - 1, 30, 60 e 90 dias; linhas 5, 6, 7 e 8: requeijão cremoso light UHT - 1, 60, 120 e 180 dias	158
Figura 49: Faixa etária (a), classe social (b), freqüência de consumo de requeijão cremoso em geral (c) e preferência por requeijão tradicional ou <i>light</i> (d) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras de requeijão cremoso	160
Figura 50: Marcas mais consumidas (a) e razões da preferência (b) pela marca citada segundo o grupo de consumidores recrutados para a avaliação das amostras de requeijão cremoso	161
Figura 51: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à aceitabilidade global , (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT})	163
Figura 52: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à aceitabilidade da consistência , (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT})	164
Figura 53: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à aceitabilidade da espalhabilidade , (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT})	164
Figura 54: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à aceitabilidade do sabor , (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT})	165
Figura 55: Distribuição em freqüência dos comentários relativos à questão aberta “ mais gostei ” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso, (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT})	166
Figura 56: Distribuição em freqüência dos comentários relativos à questão aberta “ menos gostei ” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso, (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT})	166

Figura 57: Configuração de amostras obtida na avaliação do desempenho da equipe de 16 julgadores treinados para análise descritiva quantitativa de requeijão cremoso para acompanhamento das alterações sensoriais durante a estocagem, (copo = RC, padrão UHT = Padrão RC _{UHT} , UHT envelhecida = RC _{UHT} comercial envelhecida)	168
Figura 58: Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso obtidos por meio de tratamento térmico normal (RC) e por tratamento UHT (RC _{UHT}) relativas ao 3º Processamento (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT}) ..	171
Figura 59: Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso UHT (3º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem nas temperaturas estudadas (valores médios entre 12 julgadores treinados)	180
Figura 60: Regressão linear obtida para a variação do atributo perda de qualidade em relação ao tempo de estocagem do RC _{UHT} estocado a 10º C	182
Figura 61: Regressão linear obtida para a variação do atributo perda de qualidade em relação ao tempo de estocagem do RC _{UHT} estocado a 25º C	183
Figura 62: Regressão linear obtida para a variação do atributo perda de qualidade em relação ao tempo de estocagem do RC _{UHT} estocado a 35º C	183
Figura 63: Perfil sensorial obtido para as amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT relativas ao 4º Processamento. (Vidro = RC, UHT = RC _{UHT})	187
Figura 64: Faixa etária (a), classe social (b), freqüência de consumo de requeijão cremoso em geral (c) e preferência por requeijão cremoso normal ou <i>light</i> (d) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras de requeijão cremoso light	188
Figura 65: Marcas mais consumidas (a) e razões da preferência pela marca citada (b) segundo o grupo de consumidores recrutados para a avaliação das amostras de requeijão cremoso light	189
Figura 66: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade global, (Vidro = RCL, UHT = RCL _{UHT})	191
Figura 67: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade da consistência, (Vidro = RCL, UHT = RCL _{UHT})	192
Figura 68: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade da espalhabilidade, (Vidro = RCL, UHT = RCL _{UHT})	192

Figura 69: Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade do sabor, (Vidro = RCL, UHT = RCL _{UHT})	193
Figura 70: Distribuição em frequência dos comentários relativos à questão aberta “mais gostei” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso light, (Vidro = RCL, UHT = RCL _{UHT})	194
Figura 71: Distribuição em frequência dos comentários relativos à questão aberta “menos gostei” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso light	195
Figura 72: Perfil sensorial obtido para as amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) relativas ao 6º Processamento, (Vidro = RCL, UHT = RCL _{UHT})	197
Figura 73: Perfil sensorial obtido para as amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL _{UHT}) relativas ao 7º Processamento, (Vidro = RCL, UHT = RCL _{UHT})	199
Figura 74: Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso light UHT (7º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem nas temperaturas estudadas (valores médios entre 12 julgadores treinados)	209
Figura 75: Regressão linear obtida para a variação do atributo perda de qualidade em relação ao tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT estocado a 10º C	211
Figura 76: Regressão linear obtida para a variação do atributo perda de qualidade em relação ao tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT estocado a 25º C	212
Figura 77: Regressão linear obtida para a variação do atributo perda de qualidade em relação ao tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT estocado a 35º C	212

RESUMO

Neste trabalho otimizou-se o processo de obtenção do requeijão cremoso longa vida (UHT) com teor integral de gordura e desenvolveu-se o processo tecnológico de fabricação do requeijão cremoso light UHT, de modo a obter produtos com características similares às versões tradicional e light obtidas com tratamento térmico normal. Os requeijões cremosos foram processados a partir de massa obtida por acidificação direta a quente de leite desnatado. Creme de leite, sal emulsificante e cloreto de sódio foram adicionados a massa antes de iniciar o processo de fusão. No caso das versões light a gordura foi parcialmente substituída pelo concentrado de proteína de soro (WPC 34%). Os requeijões obtidos foram envasados em copos de vidro (requeijão cremoso e requeijão cremoso light) ou esterilizados em processo UHT (143°C/3-5 segundos) e envasados assepticamente em embalagens Tetra Pak de 125 mL (requeijão cremoso UHT e light UHT). Os requeijões obtidos foram avaliados e comparados em relação às características: físicas e químicas, microbiológicas, perfil de textura (TPA), sensoriais (aceitabilidade, ADQ, estudo de vida de prateleira), perfil eletroforético das proteínas, microscopia eletrônica de varredura (SEM) e cor (instrumental). Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na composição química do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}). Os requeijões cremosos light (RCL) e light UHT (RCL_{UHT}) apresentaram composição bastante similar. Ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C os valores de pH e lactose dos requeijões cremosos (RC e RC_{UHT}) não apresentaram diferença significativa. Os índices de oxidação lipídica pelo método de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) do RC foram significativamente maiores do que os do RC_{UHT} em 30, 60 e 90 dias de estocagem a 5°C. Não houve diferença significativa no índice de TBA do RC_{UHT} (estocado a 5 e 25°C) durante o período de estocagem de 180 dias, exceto após 135 dias de estocagem. Nenhuma alteração foi observada no RC e RCL (acondicionados em copo), mantidos a 4-5°C durante 90 dias, os quais apresentaram qualidade microbiológica satisfatória e de acordo com a legislação vigente. Quando submetidos ao teste de incubação (35-37°C/7dias), RC_{UHT} e o RCL_{UHT} não apresentaram crescimento microbiano, alteração no pH e na

aparência visual sendo, portanto considerados microbiologicamente seguros e adequados ao consumo. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os parâmetros do perfil de textura (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) entre o RC e o RC_{UHT} durante 90 dias a 5°C. Em geral não houve diferença significativa nos atributos de textura do requeijão cremoso UHT e do requeijão cremoso light UHT quando estocados nas temperaturas de 5 e 25°C. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos parâmetros de cor (Luminosidade, cor amarela e índice de brancura) dos requeijões (RC e RC_{UHT}, e RCL e RCL_{UHT}) durante 90 dias de estocagem a 5°C, dos requeijões (RC_{UHT} e RCL_{UHT} estocados a 5 e 25°C) durante 180 dias de estocagem. A interação entre as amostras (RC e RC_{UHT}) e o tempo de estocagem não foi significativa, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente, o pH e o teor de lactose, os parâmetros de textura e os parâmetros de cor dos requeijões durante 90 dias a 5°C. Para o RCL e o RCL_{UHT}, a interação entre as amostras e o tempo de estocagem não foi significativa para os parâmetros de textura e de cor dos requeijões. Não houve interação significativa entre as amostras (estocadas a 5 e 25°C) e o tempo de estocagem, ou seja, as temperaturas de estocagem dos requeijões (5 e 25°C) não afetaram significativamente o índice de TBA, os parâmetros de cor e os parâmetros de textura do RC_{UHT} e do RCL_{UHT} durante 180 dias a 5 e 25°C. Na microscopia eletrônica de varredura observaram-se diferenças na microestrutura do RC e do RC_{UHT} e também na microestrutura do RCL e RCL_{UHT}. Tais diferenças provavelmente se devem aos efeitos dos tratamentos (térmico e mecânico) inerentes ao processo UHT. Apesar da composição química similar, as diferenças observadas na textura e na microestrutura dos requeijões cremosos (UHT e light UHT) foram desejáveis e necessárias de forma que o produto pudesse ser acondicionado na embalagem e manipulado facilmente para seu consumo. O perfil eletroforético dos requeijões (RC e RC_{UHT}) apresentou as frações da β -CN, α_{s1} -CN e γ -CN. No requeijão cremoso (RC) observou-se também a presença da fração α_{s1} - I CN, além das outras frações. Não houve diferença no perfil eletroforético das proteínas no requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT, os quais apresentaram as frações de β -CN, α_{s1} -CN e γ -CN. Ao longo do período de estocagem de 90 dias para o requeijão cremoso e light e 180 dias para

o requeijão cremoso UHT e light UHT não houve alteração no perfil eletroforético, indicando que não ocorreu proteólise ou degradação das frações de caseína ao longo do tempo. No teste de aceitabilidade das amostras de RC e RC_{UHT} em comparação com amostras comerciais observou-se que todas as amostras obtiveram boas médias de aceitação global. Quanto à consistência e espalhabilidade observaram-se elevadas porcentagens de rejeição da amostra UHT em relação às demais, sendo sua consistência de menor aceitação. Por outro lado, as amostras de RCL e RCL_{UHT} comparadas com amostras de requeijões cremosos light comerciais no teste de aceitabilidade foram as de maior aceitação global. Quanto à consistência e espalhabilidade, houve destaque positivo para aceitação das amostras de RCL_{UHT} e RCL em relação às demais. Em relação ao sabor, o RCL_{UHT} obteve o maior índice de aceitação entre as amostras. Na Análise descritiva quantitativa verificou-se que a amostra de RC_{UHT} em relação ao RC apresentou (ao nível de erro de 5%) cor branco-creme mais escura, menos consistência, mais fluidez, mais escorrimento no pão, menor sensação de corpo/consistência oral e gosto ácido levemente mais intenso. Estas amostras apresentaram igual intensidade de aroma e de sabor característico de requeijão e de creme de leite, de aroma de queijo maturado e de gostos salgado e amargo. A amostra de RCL_{UHT} em relação ao RCL somente diferiu (ao nível de erro de 5%) quanto à intensidade do sabor característico de requeijão, considerada levemente menor. De acordo com o estudo da vida de prateleira e tendo em mente a necessidade de uma margem de segurança que garanta a qualidade do produto sugere-se os seguintes prazos de validade; (1) **requeijão cremoso UHT (longa vida)**: 6 meses sob refrigeração até 10^o C; 5 meses a 25^o C e 2 meses para estocagem a 35^o C; (2) **requeijão cremoso light UHT (longa vida)**: 6 meses sob refrigeração até 10^o C; 4 meses a 25^o C e 2 meses para estocagem a 35^o C. O emprego do processo UHT na produção de requeijão cremoso visa aumentar a durabilidade do produto devido ao tratamento térmico (UHT) e a embalagem asséptica e simplificar o sistema de transporte e estocagem do mesmo, sem a necessidade de refrigeração. Portanto, esta nova tecnologia desenvolvida visa oferecer uma nova alternativa ao mercado consumidor.

SUMMARY

This research study describes the optimization of the manufacturing process of UHT full fat *requeijão cremoso* (long-life) as well as the development of a process to manufacture reduced fat version of UHT *requeijão cremoso* (long-life), in a way such as to obtain final products with characteristics similar to those of traditional commercial *requeijão cremoso* produced with the normal heat treatment. The processed cheeses were all made from fresh curds obtained by direct acidification of heated skim milk. Milk cream, emulsifying salt and sodium chloride were added to the curds before initiating the melting process. In the case of the reduced fat versions, milk fat was partially replaced by a fat substitute (WPC 34). The final products were hot-filled into glass containers (full fat and reduced fat *requeijão cremoso*) or sterilized by UHT processing (143°C/3-5 seconds) before being aseptically filled into 125 mL Tetra Pak packages (full fat UHT *requeijão cremoso* and reduced fat UHT *requeijão cremoso*). The processed cheeses were evaluated and compared for physical-chemical, microbiological, texture profile analysis (TPA) and sensory (acceptability, DQA, shelf life study) characteristics, protein electrophoretic profile, scanning electron microscopy (SEM) and color (instrumental). No statistically significant ($p < 0,05$) differences were found in the chemical composition of the *requeijão cremoso* types investigated (traditional heat and UHT processing). The traditional reduced fat and UHT reduced fat *requeijão cremoso* presented quite similar chemical compositions. During storage for 90 days at 5°C, the pH value and lactose levels of the traditional and UHT full fat *requeijão cremoso* samples did not show any significant differences ($p < 0,05$). Lipids oxidation as measured by TBA method was found to be significantly higher in the samples of *requeijão cremoso* (glass containers) compared to UHT *requeijão cremoso* after 30, 60 and 90 days storage. No statistically significant ($p < 0,05$) differences were found in the TBA values of the full fat UHT *requeijão cremoso* (stored at 5 and 25°C) during the 180 days storage period studied, except after the 135 days. In addition to being of satisfactory microbiological quality and in compliance with all applicable standards, the glass-packed *requeijão cremoso* samples (full fat and reduced fat) did not present any microbiological changes after

90 days storage at 4-5°C. The results of the incubation test clearly show that the long-life processed cheeses (UHT full fat and UHT reduced fat *requeijão cremoso*) were also considered microbiologically safe and fit for human consumption as they did not present bacterial growth, change of pH value and visual appearance after incubation at 35-37°C for 7 days. The texture profile parameter values (firmness, adhesiveness, elasticity and cohesiveness) of the glass-packed full-fat *requeijão cremoso* samples were significantly ($p < 0,05$) different from those of the UHT full fat cheeses during 90 days at 5°C. In general, no significant differences ($p < 0,05$) were found between texture profile attributes of UHT full fat and UHT reduced fat processed cheeses when stored at 5 and 25°C. No significant changes in the color parameters values (L^* , b^* , IB) of the glass-packed full fat and reduced fat *requeijão cremoso*, and UHT full fat and UHT reduced fat *requeijão cremoso* were observed throughout 90 days storage at 5°C. Also in the case of UHT full fat and UHT reduced fat *requeijão* samples stored at 5 and 25°C, the color parameter values did not measurably change during 180 days storage. No statistically significant differences ($p < 0,05$) were detected as to interaction between the samples (full fat and UHT full fat *requeijão cremoso*) and the storage period investigated, thus the heat treatment to which the different RC types were exposed during the manufacturing process did not produce any significant differences in terms of pH value, lactose levels, texture profile parameter values and color parameters values during 90 days at 5°C. No statistically significant differences ($p < 0,05$) were detected as to interaction between the samples and the storage period investigated relative to the color parameters values and the texture profile parameter values of reduced fat and UHT reduced fat *requeijão cremoso*. No significant differences ($p < 0,05$) were found between the samples (stored at 5 and 25°C) and the storage period, thus, storage temperatures did not significantly affect the TBA values, the color parameters values and the texture profile attributes of UHT full fat *requeijão cremoso* and UHT reduced fat *requeijão cremoso* during 180 days at 5 and 25°C. Images generated by scanning electron microscopy (SEM) showed marked differences between the microstructure of glass-packed full fat and UHT full fat *requeijão cremoso* on one hand, and between the microstructure of glass-packed reduced fat and UHT reduced fat *requeijão cremoso* on the other. These

differences are probably due to effects of the heat and mechanical treatments inherent to UHT processing. In spite of having similar chemical compositions, the differences in texture and microstructure of the UHT full fat and UHT reduced fat *requeijão cremoso* versions are desirable and necessary, not only to enable the product to be filled into the package, but also to facilitate its consumption. The electrophoretic profiles of the full fat *requeijão cremoso* versions (glass-packed and UHT-processed) exhibited fractions of β -CN, α_{s1} -CN e γ -CN. In addition to these fractions, the electrophoretic profile of glass-packed full fat *requeijão cremoso* shows also the presence of the $\alpha_{s1} - I$ CN fraction. There was no difference between the electrophoretic profiles of the proteins present in the glass-packed reduced fat *requeijão cremoso* and that of the UHT reduced fat product, both of which contained the β -CN, α_{s1} -CN and γ -CN fractions. No perceptible changes were observed in the electrophoretic profiles of the glass-packed *requeijão* samples (full fat and reduced fat) during the 90-day storage period studied, nor in the profile of the UHT full fat and UHT reduced fat cheeses during 180 days storage, thereby indicating that none of the four *requeijão cremoso* types studied was affected by proteolysis or casein fraction breakdown with time. The results of sensory acceptability analysis showed that both the glass-packed and UHT full fat *requeijão cremoso* samples received a high percentage of good ratings for overall sensory acceptability. The consistency and spreadability attributes of the UHT full fat *requeijão cremoso* samples received high percentages of rejection compared to the other sample types, with consistency receiving the lowest scores of acceptability. On the other hand, the samples of glass-packed reduced fat *requeijão cremoso* and UHT reduced fat *requeijão cremoso* obtained good percentage ratings for overall acceptability and received higher ratings for this attribute as compared to 2 different brands of commercial reduced fat *requeijão*. As for consistency and spreadability, particularly the samples of glass-packed and UHT reduced fat cheese which obtained consistently higher ratings compared to all the other samples types analysed. As for the attribute taste, UHT reduced fat *requeijão cremoso* received the highest scores for acceptability. The results of quantitative descriptive analysis show that (5% error level), compared to the glass-packed full fat product, the UHT full fat *requeijão cremoso* presented a darker tone

of creamy white color, less firm and more fluid consistency, smoother and more fluid cheese flow on bread, less mouthfeel & body and a more intense acidic note. These samples exhibited similar intensity of aroma and typical requeijão and milk cream taste, ripened cheese aroma and salty and bitter flavor notes. Compared to the glass-packed reduced fat requeijão, the UHT reduced fat *requeijão cremoso* samples were found to exhibit only less intense taste of typical requeijão (5% error level). Based on the results of the shelf-life study and considering the need for a safety margin that would guarantee the safety of the product, the following shelf life times are suggested: (1) **UHT full fat *requeijão cremoso* (long-life)**: 6 months when stored under refrigeration at up to 10° C; 5 months when stored at up to 25° C and 2 months when stored at up to 35° C; (2) **UHT reduced fat *requeijão cremoso* (long-life)**: 6 months when stored under refrigeration at up to 10° C; 4 months when stored at a temperature of 25° C and 2 months when stored at up to 35° C. The use of UHT processing in the manufacture of *requeijão cremoso* aims at extending the shelf life of the product as a result of both the higher efficiency of the UHT process as compared to the traditional heat treatment and the advantages of the aseptic package that not only eliminates the need of refrigeration but also facilitates handling throughout the distribution chain. Thus, this new technology provides a new and technically & economically feasible alternative for large-scale dairy plants.

1 INTRODUÇÃO

A produção do requeijão cremoso, um produto lácteo tipicamente brasileiro obtido pela fusão de massa fresca, gordura láctea e sais fundentes, aumentou 169,33% entre os anos 1991 e 2002, o que coloca em evidência o grande valor comercial deste produto (ABIQ, 2002).

O requeijão é originário de fabricações caseiras, como uma forma de aproveitamento do leite coagulado devido à ação da microbiota láctica natural do leite (OLIVEIRA, 1986). A crescente importância do requeijão cremoso no mercado brasileiro tem incentivado as pesquisas e atualmente já se encontram diversas informações sobre o produto na literatura nacional.

Atualmente, existem no mercado nacional diversos tipos de requeijão cremoso, incluindo os obtidos por ultrafiltração de leite e os produtos light, zero de gordura e com diversos sabores. O desenvolvimento de produtos com teor de gordura reduzido tem sido um dos principais objetivos dos profissionais desta área, já que a demanda do mercado consumidor por este tipo de alimento tem aumentado de forma expressiva por estar fortemente associado à crescente preocupação com a saúde e com uma alimentação equilibrada (VAN DENDER, 2000b).

O requeijão cremoso é produzido normalmente utilizando um equipamento triturador e homogeneizador, com sistemas de injeção direta e indireta de vapor, como é o caso da máquina Stephan. Uma nova alternativa tecnológica para o requeijão cremoso, mantendo sua textura e características, consiste em, após o processo de fusão, esterilizar o produto em trocador de calor e envasar em embalagem asséptica, utilizando equipamentos já existentes em muitos laticínios para o processamento de leite longa vida. O emprego deste processo permitiria aumentar a durabilidade do produto devido ao tratamento térmico (UHT) e a embalagem asséptica e simplificar o sistema de transporte e estocagem do mesmo, sem a necessidade de refrigeração (VAN DENDER, 2000a). Portanto, para empregar esta nova tecnologia de forma a oferecer uma nova alternativa ao mercado consumidor é importante estudar o efeito do tratamento térmico UHT sobre o requeijão cremoso e avaliar as conseqüências decorrentes do mesmo.

O principal objetivo deste trabalho consistiu em otimizar o processo de obtenção do requeijão cremoso longa vida (UHT) e desenvolver o processo tecnológico de fabricação do requeijão cremoso longa vida (UHT) light, com características similares às versões tradicional e light obtidas com tratamento térmico normal (sem esterilização). Além disso, pretendeu-se definir e avaliar comparativamente o perfil físico-químico, microbiológico e sensorial dos diferentes requeijões cremosos e avaliar os efeitos do processo de esterilização (UHT) sobre o produto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 QUEIJO FUNDIDO E REQUEIJÃO CREMOSO

De acordo com OLIVEIRA (1986), conforme o próprio nome indica qualquer queijo cuja massa apresenta características que evidenciam destruição completa da estrutura original do coágulo pode ser classificado como queijo de massa fundida. O princípio de fabricação deste tipo de queijo consiste em fundir os dois elementos principais do queijo, isto é, a proteína e a gordura. A fusão só ocorre de maneira adequada quando a matéria-prima é submetida ao calor e à agitação mecânica em tachos especiais. Além disso, há necessidade do emprego de produtos emulsificantes conhecidos como sais fundentes para evitar a separação de gordura e de água da mistura, o que iria ocorrer normalmente após o aquecimento, se estes aditivos não fossem acrescentados. O objetivo do uso de sais fundentes consiste, portanto, em promover a emulsificação da mistura (gordura, proteína e água), obtendo-se, deste modo, um produto final homogêneo e estável. O requeijão cremoso é normalmente elaborado a partir da massa fresca, ao passo que a fabricação de outros queijos fundidos envolve a utilização de misturas de queijos em diferentes estágios de maturação. Há também a possibilidade de adicionar outros produtos lácteos, tais como: leite, creme, manteiga, caseína, soro de queijo, etc., além de alguns produtos complementares como salame, presunto, pimenta, alho, azeitona, etc. O produto final obtido pela fusão da mistura de queijos, sais fundentes, água e gordura, deve ter fluidez suficiente para poder ser embalado convenientemente. Além disso, o produto final deve manter suas características durante o armazenamento e ao longo de toda a cadeia de distribuição e comercialização (REQUEIJÃO..., 1999; VAN DENDER, 1997; BERGER et al., 1989; FERNANDES, 1981a; 1981d; MEYER, 1973).

De modo geral, os queijos processados ou fundidos são caracterizados segundo a sua composição, conteúdo de água e consistência. De acordo com estes critérios, podem ser classificados em três grandes grupos: queijo processado em bloco, queijo processado fatiável e queijo processado untável. Além destes, outro grupo também deve ser citado, que é aquele dos queijos

fundidos análogos, os quais são essencialmente uma mistura de caseína e gorduras vegetais (CARIC; KALAB, 1987).

Do ponto de vista legal, os queijos processados ou fundidos devem cumprir os critérios estabelecidos no Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Requisitos Microbiológicos de Queijos (MERCOSUL, 1996) e no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Processado ou Fundido, Processado Pasteurizado e Processado ou Fundido UHT ou UAT (BRASIL, 1998). De acordo com este regulamento entende-se por queijo processado *o produto obtido por trituração, mistura, fusão e emulsão por meio de calor e agentes emulsificantes de uma ou mais variedades de queijos, com ou sem adição de outros produtos lácteos e/ou sólidos de origem láctea e/ou especiarias, condimentos ou outras substâncias alimentícias nas quais o queijo constitui o ingrediente lácteo utilizado como matéria prima preponderante na base láctea. O produto definido se denominará “Queijo Processado” ou “Queijo Fundido” ou “Queijo Processado Pasteurizado”*. A consistência dos queijos processados pode variar de firme, macio ou cremoso e a cor, odor e sabor devem ser similares à mistura de massa utilizada na formulação ou aos corantes, aromatizantes e saborizantes adicionados ao queijo. Quando o queijo processado for submetido após a fusão a tratamento térmico a 135-145° C, durante 5 a 10 segundos ou qualquer outra combinação de tempo/temperatura equivalente, o produto se denominará “Queijo Processado UHT (UAT)” ou “Queijo Fundido UHT (UAT)”. Não é permitido utilizar a denominação Queijo Processado ou Processado UHT para produtos que apresentam gordura vegetal ou de origem não láctea em sua composição.

Segundo a classificação genérica de queijos, o requeijão cremoso pertence ao grupo de queijos denominados fundidos, processados ou pasteurizados e é o produto que melhor representa essa classe no Brasil, originário de fabricações caseiras visando o aproveitamento do leite coagulado ou coalhada obtido por coagulação espontânea do leite devido à acidificação pela flora láctica natural do leite. É fabricado a partir de leite desnatado cru ou pasteurizado, com ou sem adição de culturas lácticas (OLIVEIRA, 1986; MUNCK; CAMPOS, 1984).

Com o nome de requeijão, existem no mercado queijos com diferentes teores de umidade e, conseqüentemente, consistência específica, desde produtos bem cremosos, com propriedade de espalhabilidade como o requeijão cremoso, até produtos bastante firmes e até mesmo fatiáveis como o requeijão do norte. O mesmo acontece com relação ao teor de gordura, que pode variar desde bastante elevado até praticamente sem gordura. Não existe, portanto, um padrão típico para os produtos comercializados com a denominação de requeijão (OLIVEIRA, 1986; CAVALCANTE, 1991).

De acordo com o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón (BRASIL, 1997), Requeijão cremoso é definido como *produto obtido por fusão de uma massa coalhada, dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite com adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite ou butteroil*. Pode conter como ingredientes opcionais, coalho ou coagulantes apropriados, creme, manteiga, gordura anidra de leite ou butteroil, sólido de origem láctea, leite em pó, caseína, caseinatos, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, fermentos lácteos ou cultivos específicos, condimentos, especiarias, outras substâncias alimentícias. Deve conter, no mínimo, 55% de matéria gorda no extrato seco e no máximo, 65% de umidade.

Convém salientar que não é permitido o uso de espessantes/estabilizantes na fabricação de requeijões. No entanto, os mesmos efeitos de estabilização e espessamento podem ser obtidos com a adição de caseinatos e concentrados protéicos (BUCIONE et al., 1998).

O requeijão cremoso é consumido normalmente logo após a fabricação e deve apresentar sabor ligeiramente ácido, agradável ao paladar, aroma característico de produto fermentado por microrganismos lácteos, e massa homogênea, com uma cremosidade ou untuosidade típica. Um requeijão mais consistente, a exemplo do requeijão do norte, pode fugir ligeiramente desta última característica, apresentando-se com uma massa mais desidratada, lembrando de certa forma as características de um queijo de massa filada recém-fabricado (OLIVEIRA, 1986).

No Brasil, para produção de massa destinada à fabricação de requeijão cremoso a indústria tem utilizado principalmente três processos: o tradicional, onde a fermentação é feita por meio de fermentos lácticos; a acidificação direta (com ácido láctico 85% ou ácido acético) do leite aquecido e a coagulação enzimática (REQUEIJÃO..., 1999; FERNANDES; MARTINS, 1980; FERNANDES, 1981b). Atualmente já existe no mercado nacional requeijão cremoso fabricado a partir de retentado obtido por ultrafiltração de leite nas modalidades tradicional, light, zero de gordura e com diversos sabores (VAN DENDER, 2000b), além de diversas alternativas tecnológicas desenvolvidas e colocadas à disposição das indústrias brasileiras (VAN DENDER, 2001).

Um requeijão cremoso típico deve apresentar em média a seguinte composição: 38 a 40% de extrato seco total, 60 a 62% de gordura no extrato seco, 30 a 33% de proteína total, 1,0 a 1,5% de cloreto de sódio e pH entre 5,2 e 5,7 (OLIVEIRA, 1986; FERNANDES, 1981b; FERNANDES et al, 1985a,b). Segundo FURTADO; LOURENÇO NETO (1994), o requeijão cremoso deve ter entre 57 e 60% de umidade, 28 e 30% de gordura, 1,4 e 1,6% de sal (NaCl) e pH entre 5,7 e 5,9.

2.2 PRODUTOS COM TEOR DE GORDURA REDUZIDO – REQUEIJÃO LIGHT

O termo “light” tem sido usado para chamar a atenção para a redução de algum componente no alimento, incluindo sódio, gordura, caloria, densidade, álcool e cor. Entretanto, o uso da denominação “light” vem sendo muito bem aceita para os alimentos que têm o teor de gordura reduzido, com a conseqüente redução da quantidade de calorias e de colesterol (BRANDÃO et al., 1995). A busca por produtos com menos calorias e mais saudáveis tem aumentado expressivamente nos últimos anos. Nesse segmento, o grande desafio, ao se reduzirem ou eliminarem a gordura e/ou açúcar, é utilizar o ingrediente que os substituam e tecnologia adequada para deixar o novo produto o mais próximo possível das características sensoriais do produto original (LATICÍNIOS..., 1998).

A indústria de laticínios já dispõe de algumas alternativas que permitem a elaboração de produtos light, como iogurtes, queijos, sorvetes, leite desnatado, manteiga, entre outros (BRANDÃO et al., 1995). Com o avanço na área de ingredientes, como alguns tipos de colóides e proteínas concentradas tornou-se possível a fabricação do requeijão light com teor de gordura entre 9 e 12% e umidade em torno de 70% (REQUEIJÃO..., 1999).

Apesar de produtos com teor de gordura reduzido não serem necessariamente identificados como produtos de “sabor ruim” estão longe de serem apreciados pelo seu “sabor agradável” (REQUEIJÃO..., 1999; CBPA, 1998). O creme de leite, responsável pelas principais características sensoriais desejáveis no requeijão cremoso, também é responsável pelo seu alto teor de gordura (SAMPAIO; BRANDÃO, 1995). Por este motivo, o desenvolvimento de produtos que mantenham as características sensoriais e apresentem menor teor de gordura é imprescindível. A utilização de alguns tipos de colóides e de concentrados protéicos tem apresentado resultados satisfatórios na fabricação de produtos com baixo teor de gordura (REQUEIJÃO..., 1999).

Geralmente três estratégias estão sendo empregadas na redução da gordura, ao mesmo tempo em que se procura aperfeiçoar a qualidade sensorial: modificações na tecnologia de fabricação; uso de culturas adjuntas e o emprego de substitutos de gordura. Nenhuma delas pode substituir completamente todas as propriedades e funções da gordura. No entanto, avanços nas pesquisas dentro dessas três áreas continuam a melhorar o sabor e a textura dos queijos com teores baixo e reduzido de gordura (DRAKE; SWANSON, 1995).

Os ingredientes disponíveis como substitutos de gordura atuam como modificadores de textura, para simular a sensação bucal de alimentos ricos em gorduras. A importância maior das proteínas como substitutos de gordura reside em sua habilidade de originar micropartículas. O tamanho da partícula, o volume de hidratação e as propriedades de superfície afetam a habilidade das proteínas de simular gorduras (LUCCA; TEPPER, 1994).

O concentrado de proteína de soro (WPC), por ser derivado do soro de leite, possui características de cor e sabor totalmente compatíveis com produtos

lácteos, inclusive não interferindo na rotulagem. A capacidade de formação de gel, a correta viscosidade, o poder emulsificante, a capacidade de retenção de água e a capacidade espumante estão entre as propriedades dos concentrados de soro de leite que os torna úteis na elaboração de produtos com baixo teor de gordura. Concentrações de WPC entre 10-12% e temperaturas de 70-90°C favorecem a formação de géis. No entanto, substitutos de gordura à base de proteína têm aplicações limitadas em produtos que não serão submetidos a altas temperaturas ou aquecimento prolongado, por causar desnaturação e coagulação, que resulta na perda da cremosidade. Além disso, interação com componentes do sabor, diminuindo sua intensidade ou tornando-os desagradáveis (LUCCA; TEPPER, 1994).

O uso de ingredientes derivados do soro na fabricação de queijos processados melhora as características de moldagem, laminação, fatiabilidade, untabilidade, potencializa as características de derretimento, produz boas propriedades de flavour e corpo, fornece proteínas de alta qualidade e cálcio (USDEC, 2002).

O requeijão light ou com baixo teor de gordura deve obedecer à classificação estabelecida pelo Ministério da Saúde na Portaria nº 27 de 13/01/1998, ou seja, para ser considerado light deverá sofrer redução de no mínimo 25% do teor de gordura e diferença mínima de 3g/100g em relação ao produto tradicional (BUCIONE et al., 1998).

2.3 ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE PROCESSAMENTO DO REQUEIJÃO CREMOSO

Tradicionalmente, a matéria-prima para o requeijão é o leite desnatado, prática esta proveniente da época em que a manteiga era o derivado mais valorizado do leite. Atualmente a preferência pelo uso do leite desnatado se deve ao fato de que a gordura tende a separar-se durante o repouso necessário à coagulação, sendo perdida no soro durante a etapa de dessoragem (OLIVEIRA, 1986). Uma alternativa que permite o uso de leite integral ou com qualquer teor de

gordura é a homogeneização do leite, a qual fraciona os glóbulos de gordura e assim controla a separação da fase gordurosa (VEISSEYRE, 1972; OLIVEIRA, 1986).

A matéria-prima utilizada na fabricação de queijos processados deve apresentar excelente qualidade microbiológica. No entanto, no Brasil o leite destinado ao processo de fabricação do requeijão cremoso nem sempre é de boa qualidade (CAVALCANTE, 1991).

Na elaboração do queijo processado fica proibida a utilização de massa ou queijos não aptos para o consumo humano (BRASIL, 1997a).

Muitos defeitos de origem microbiológica que são encontrados em queijos processados são causados por bactérias anaeróbicas esporuladas dos gêneros *Clostridium* e *Bacillus*. A germinação dos esporos após o processamento do queijo é influenciada por vários fatores, entretanto, há várias maneiras de se evitar o crescimento de esporos, tais como a utilização de conservadores, a esterilização do queijo e o aumento do potencial de oxi-redução da mistura, dentre outros (CARIC; KALAB, 1987).

Na fabricação industrial de requeijão cremoso, um dos métodos utilizados para a obtenção da massa é a acidificação direta do leite com ácido láctico a quente. No processo de acidificação direta a quente do leite, o pH no momento da coagulação das proteínas é maior que 4,6 (ponto isoelétrico da caseína). Isto se deve à ação conjunta do calor e ácido, aumentando a taxa de colisão entre as partículas e desidratando parcialmente as proteínas do leite. Deste modo, a diminuição do pH é suficiente para acelerar a precipitação, ao mesmo tempo em que fornece um coágulo macio (ALAIS, 1970; FERNANDES; MARTINS, 1980).

ALAIS (1970) considera que o aumento do ponto isoelétrico das frações de caseína com o aquecimento do leite é presumivelmente devido à associação das frações de caseína com as proteínas do soro. Assim é que a acidificação do leite aquecido resulta num precipitado de caseína e proteínas desnaturadas do soro com formação de flocos ou grãos, ao invés do gel homogêneo formado pela fermentação láctica ou pela ação da renina.

A acidificação direta a quente, ao contrário do uso dos coalhos enzimáticos e fermento láctico, reduz o custo, o tempo de produção do queijo, elimina a manutenção das culturas lácticas, proporciona maior uniformidade na produção, bem como melhores características de conservação do produto. Possibilita ainda automatizar o processo de fabricação, convertendo-o em operação contínua, o que representa uma grande vantagem (LITTLE, 1967; FERNANDES; MARTINS, 1980; SHUKLA; LADKANI, 1989).

No processo de fabricação de queijo processado, o pH da massa no momento da fusão é um fator fundamental, pois determina a fluidez e a cremosidade da mesma. Desta forma o pH da massa deve ser corrigido para um valor próximo a 5,2-5,7. Sem essa correção não é possível obter uma fusão homogênea, característica de queijo processado (MEYER, 1973; SHIMP, 1985; OLIVEIRA, 1986; BERGER et al, 1989).

A acidez do queijo processado tem influência decisiva sobre a consistência e a estrutura do produto final. Dependendo do tipo de queijo, um pH abaixo de 5,4 causa firmeza definida no queijo e, se o valor for muito abaixo de 5,4, causa coagulação do produto. À medida que o pH aumenta, a consistência apresenta-se mais fina e menos viscosa. O ajuste de acidez depende do tipo de queijo que será processado, isto é, queijo processado com um corpo firme deverá ter um pH abaixo de 5,7, e queijo processado de consistência macia e untável deverá apresentar um pH acima de 5,7 (MEYER, 1973).

No Brasil, para fabricação de requeijão cremoso, utiliza-se basicamente queijo de massa fresca (não maturada), ou seja, caseinato de cálcio ácido, cujo pH varia de 4,6 a 5,8 (RAPACCI, 1997). De acordo com BERGER et al (1989), as principais vantagens do uso de queijos jovens, caso do Brasil, é reduzir os custos da matéria-prima, além de obter um queijo com emulsão estável. Por outro lado, a fabricação de queijos fundidos somente com a adição de queijos jovens, resulta na produção de um produto insípido, podendo apresentar sabor residual de sal emulsificante, com excessivo intumescimento, com tendência a endurecer durante a vida-de-prateleira, além de apresentar pequenas bolhas de ar após a embalagem, devido à viscosidade elevada (MEYER, 1973; BERGER et al., 1989).

Logo após a dessoragem, o coágulo ácido obtido por fermentação láctica apresenta-se com um pH em torno de 4,5 e para que a fusão se processe de forma homogênea é necessário que o pH da massa seja elevado para uma faixa de 5,3 a 5,7. Essa eliminação da acidez é conseguida através de lavagens da massa com água de boa qualidade e depois com leite desnatado, ou integral. Além desta prática, as indústrias costumam adicionar cerca de 2,0 a 3,0 % de sais emulsificantes alcalinos à massa no momento da fusão com a finalidade de corrigir seu pH e estabelecer o equilíbrio salino durante o processo de fusão (MEYER, 1973; SHIMP, 1985; PIROT, 1988a, b; OLIVEIRA, 1986; RAPACCI, 1997; RAPACCI, VAN DENDER, 1998).

Na obtenção da massa por acidificação direta a quente, a ação conjunta do calor e do ácido causam o aumento da taxa de colisão entre as partículas e a desidratação parcial das proteínas do leite deslocando o pH isoelétrico das frações de caseína para o ponto isoelétrico aparente que varia de 5,4 a 5,8 (ALAIS, 1970; KOSIKOWSKI, 1978 apud RAPACCI; VAN DENDER, 1998). Com esses valores mais elevados de pH, na fabricação de requeijões utilizando acidificação direta a quente, a quantidade de sal emulsificante a ser empregada deve ser suficiente para dispersar a caseína e complexar os íons cálcio do caseinato (MEYER, 1973; BERGER et al. 1989; OLIVEIRA, 1986 apud RAPACCI; VAN DENDER, 1998).

O tipo e a quantidade de sal emulsificante que deve ser adicionada à massa é determinada em função de vários fatores tais como: pH, grau de maturação e estrutura do queijo usado como matéria-prima; grau de cremificação; características de textura desejada para o produto final (ZEHREN; NUSBAUM, 1992). Isto porque a composição do sal emulsificante interfere no processo de fusão da massa, na qualidade e pH do produto final (FERNANDES, 1981a; FERNANDES et al, 1985a). Assim, na fabricação de queijos fundidos utilizando como matéria-prima somente massa fresca (não maturada), a qual é constituída basicamente de caseína não degradada (estrutura longa), como é o caso particular do requeijão cremoso, é necessário um sal emulsificante com grande poder cremificante, pois este tipo de matéria-prima sofre transformações físicas e químicas lentas (MEYER, 1973).

Os primeiros sais emulsificantes utilizados foram os derivados do ácido cítrico, porém, nos últimos anos, foram introduzidos sais dos ácidos fosfóricos e polifosfóricos (FERNANDES et al, 1985a). Atualmente, os sais emulsificantes comumente utilizados pela indústria de queijos processados são à base de citrato de sódio, fosfato monossódico, pirofosfato tetrassódico, tripolifosfato de sódio, hexametáfosfato de sódio e metáfosfato de sódio. Estes sais emulsificantes apresentam como característica comum a capacidade de seqüestrar o cálcio do paracaseinato, por possuírem grande afinidade com o cálcio, com o qual combinam-se por precipitação ou formação de complexos (MEYER, 1973; SHIMP, 1985; FERNANDES et al, 1985a; CARIC; KALAB, 1987; BERGER et al, 1989; ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

De acordo com o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón (BRASIL, 1997), os sais emulsificantes que podem ser utilizados pela indústria de queijo processado são à base de citratos, lactatos, tartaratos, fosfatos e polifosfatos de sódio, potássio e cálcio.

Os sais emulsificantes são utilizados em queijos processados para remover o cálcio do sistema protéico, hidratar, peptizar, solubilizar e dispersar a proteína, estabilizar a emulsão, controlar o pH e contribuir para a formação de uma estrutura apropriada de queijo processado após o resfriamento. Alguns sais têm melhores propriedades emulsificantes do que outros; outros podem possuir ainda uma menor capacidade de seqüestrar o cálcio ou podem nem solubilizar e nem hidratar suficientemente a proteína. É necessário combinar dois ou mais sais em misturas para alcançar simultaneamente as características ótimas de fusão e emulsificação para produzir um queijo homogêneo e estável (CARIC et al, 1985; CARIC; KALAB, 1987; PATART, 1987).

Outra função importante desempenhada pelos sais emulsificantes é a de peptizar a caseína que se encontra na forma insolúvel antes do processo de fusão. Por meio desta peptização, obtém-se redução na estrutura protéica do queijo, que leva a uma estabilização da emulsão, um aumento na capacidade de hidratação da caseína e mudanças na textura do produto final (BONELL, 1971;

MEYER, 1973; ANDRES, 1977; LEE et al, 1986; BERGER et al, 1989; TAMIME et al, 1990).

Os sais emulsificantes ainda têm a função de corrigir o pH da massa do queijo. Isto porque o pH afeta a configuração da proteína, a solubilidade e a extensão na qual os sais emulsificantes ligam-se ao cálcio (MEYER, 1973; SHIMP, 1985; CARIC; KALAB, 1987; BERGER et al, 1989).

Alguns sais emulsificantes exibem efeitos bacteriológicos. Os sais emulsificantes de monofosfatos têm um efeito bacteriostático específico que é até mais pronunciado do que os sais à base de fosfatos de cadeias maiores e polifosfatos. Por outro lado, os sais de citratos não exercem tal efeito e podem até estar sujeitos ao crescimento microbiológico (KOSIKOWSKI, 1978; THOMAS, 1977).

Na prática, a quantidade necessária de sal emulsificante que deve ser adicionada à massa geralmente varia de 2,0 a 3,5%, sendo calculada em relação à massa de queijo empregada na mistura (BONELL, 1971; MEYER, 1973; FERNANDES, 1981a, b, d; FERNANDES et al, 1985a; BERGER et al, 1989).

Fundamentalmente, só se deve adicionar a quantidade de sal emulsificante estritamente necessária para uma dissolução perfeita da proteína (FERNANDES, 1981a; FERNANDES et al, 1985a; OLIVEIRA, 1986; BERGER et al, 1989). O excesso de sal emulsificante pode causar influência negativa sobre a emulsão, pois em lugar da ação dispersante e emulsificante, aparece um efeito de precipitação, assinalado por eliminação mais ou menos intensa de gordura e de água, quando o ponto ótimo é ultrapassado (BONELL, 1971; SHIMP, 1985; FERNANDES et al, 1985a; BERGER et al, 1989).

De acordo com OLIVEIRA (1986), o excesso de sal emulsificante proporciona ao queijo processado um sabor salino. Isto ocorre porque certos sais não perdem seu sabor próprio mesmo quando complexados com outros componentes do queijo, como é o caso dos sais à base de ortofosfatos de sódio e potássio (KOSIKOWSKI, 1978; SHIMP, 1985; PIROT, 1988a, b).

O sal emulsificante pode ser utilizado anidro ou em soluções preparadas com água a cerca de 50°C, agitando sempre. Nunca se deve adicionar água sobre

o sal, pois, neste caso, o sal emulsificante formará grumos e só se dissolverá com muita dificuldade e lentidão (MEYER, 1973; FERNANDES, 1981a, b; BERGER et al, 1989).

A moagem da massa possibilita o contato íntimo do sal fundente com a mistura de massa durante o processamento (CARIC; KALAB, 1987). A moagem é efetuada através de facas cortantes que se agitam com diferentes velocidades, dependendo do modelo da máquina homogeneizadora (MEYER, 1973).

A água é um ingrediente indispensável no processo de fusão de queijos fundidos, por auxiliar na transferência de energia térmica e mecânica na formação do “sol” de caseinato. A água neste processo atua tanto na dissolução como na dispersão da mistura. A água pode ser adicionada tanto de uma só vez, no início do processo de fusão, como em duas vezes, ou seja, metade no início e a outra metade próxima ao final do processo de fusão, quando a temperatura, por exemplo, atingir 85°C. Em seguida, é importante fazer uma agitação por mais ou menos dois minutos para que a água misture-se uniformemente à massa. No caso do requeijão cremoso, que é um queijo fundido untável, a adição de água deve ser realizada em duas vezes, com o objetivo de produzir uma melhor dissolução da caseína com a solução de sal emulsificante (MEYER, 1973; FERNANDES, 1981b,c; BERGER et al, 1989).

A adição de gordura é efetuada antes do aquecimento da massa e pode-se adicionar creme de leite, manteiga ou cremes fermentados. A proporção de creme a ser adicionado dependerá do teor de gordura desejado no requeijão. A adição de uma proporção maior de creme de leite à massa resulta num requeijão mais macio, mais consistente, ao contrário da adição de uma proporção menor que resulta num queijo processado mais duro (MEYER, 1973; FERNANDES, 1981b; OLIVEIRA, 1986; PIROT, 1988 a,b; BERGER et al, 1989).

A quantidade de cloreto de sódio adicionada à massa na fabricação de requeijão cremoso situa-se geralmente na faixa de 2,5 a 3,5% em relação ao peso inicial da mistura, podendo ser colocado na forma de solução ou mesmo polvilhado sobre a massa no momento do processo de fusão. A função do sal,

neste caso, é contribuir para o sabor do queijo processado (MEYER, 1973; FERNANDES, 1981d; OLIVEIRA, 1986).

O processo de fusão significa o tratamento térmico ao qual é submetida a mistura, utilizando tanto vapor direto como indireto, sob vácuo parcial e agitação constante (CARIC; KALAB, 1987). De acordo com OLIVEIRA (1986), a fusão propriamente dita é realizada através do aquecimento e agitação vigorosa da massa, utilizando uma temperatura de 80-85°C. Essa fusão deve ser rápida e a agitação deve ser de forma a evitar a queima da massa e promover uma completa homogeneização do produto.

O processo físico-químico de fusão de queijo processado na presença de agentes emulsificantes foi descrito por BONELL (1971), o qual dividiu o processo em uma seqüência de reações que ocorrem simultaneamente: remoção do cálcio do sistema protéico; solubilização ou peptização e dispersão da proteína; hidratação e entumescimento; estabilização do pH e formação da nova estrutura protéica durante o resfriamento.

A uniformidade da fusão da massa ou qualidade de fusão é uma das propriedades mais desejáveis para queijos fundidos (ARNOTT et al, 1957; GUPTA; REUTER, 1992). O termo qualidade de fusão é utilizado para indicar a facilidade com que o queijo funde quando submetido ao aquecimento (WEIK et al, 1958).

Em termos gerais, propriedades de fusão referem-se à capacidade que as partículas do queijo possuem de se unirem umas às outras, de forma uniforme quando submetidas ao aquecimento, formando uma fase contínua (KINDSTEDT, 1991). Entretanto, o termo capacidade de fusão não compreende uma propriedade física simples, mas uma combinação de várias propriedades, tais como: tempo requerido para fusão, aparência do queijo processado após o processo de fusão, isto é, consistência, perda de gordura da rede protéica e ausência de grumos (WEIK et al, 1958; RÜEGG et al, 1991).

O fato dos queijos fundidos aparecerem no mercado com características físicas, químicas, sensoriais e reológicas bastante diferentes indica claramente que o conhecimento das características físicas e químicas da massa, requerido

para uma fusão uniforme, ainda não foi totalmente dominado (ARNOTT et al, 1957; BERGER et al, 1989).

A temperatura é um fator muito importante, pois o calor, além de agir na peptização da caseína também influencia na estrutura do produto final porque atua juntamente com as forças mecânicas e químicas, reforçando a tendência natural da caseína de absorver água e inchar. Esse fenômeno é acompanhado de encurtamento da estrutura e formação do corpo (cremificação), o que ocorre a temperaturas de 65-70°C. A cremificação é consideravelmente aumentada quando a temperatura aumenta de 70°C até aproximadamente 90°C (FERNANDES, 1981a).

A cremificação é um fenômeno físico-químico, sendo obtida pela malaxagem a quente, que tem o objetivo de hidratar as finas partículas do queijo fluido, mais ou menos modificadas, aumentando assim a sua viscosidade (PIROT, 1988a,b).

O tempo durante o qual o queijo é submetido aos efeitos térmicos e mecânicos é de grande importância. Uma ação prolongada do calor afetará consideravelmente a estrutura do queijo. A duração do processo depende, em grande parte, da consistência da matéria-prima e do tipo de produto a ser obtido. A temperatura e a duração do processo são, de certo modo, interdependentes. Com o aumento de temperatura, o tempo de processamento deve ser diminuído proporcionalmente. Enquanto um queijo processado pode ser mantido a 75°C durante 15 minutos sem qualquer mudança perceptível na estrutura e consistência, a 145°C o tempo deve ser reduzido para somente poucos segundos para evitar influência negativa no produto final. O tempo de fusão depende da qualidade da massa. Normalmente, para queijos cremosos, a conversão gel-sol para a emulsão estável leva aproximadamente 5 minutos, incluindo completa solubilização dos sais fundentes, enquanto para queijos em bloco leva mais tempo (FERNANDES, 1981a).

Apesar da fusão ocorrer a uma temperatura de apenas 75°C (temperatura mínima de fusão), por questões de durabilidade, recomenda-se o aquecimento a temperaturas superiores a esta, uma vez que os microrganismos presentes no

queijo resistem mais ao calor na massa do que em soluções aquosas ou no próprio leite. Entretanto, à medida que se eleva a temperatura de fusão, provocam-se modificações na estrutura, na cremosidade e na consistência do produto final. Assim, a escolha da temperatura depende do tipo de queijo fundido que se pretende fabricar. De maneira geral, deve-se empregar temperatura de 90°C para os queijos fundidos em bloco, para obter uma boa elasticidade do produto. Para os queijos fundidos pastosos, temperaturas mais elevadas, variando entre 110 e 145°C, além de proporcionarem maior cremosidade, melhoram a durabilidade do produto, normalmente mais suscetível à deterioração em função de um teor de umidade e pH mais altos (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

O controle do tempo e da temperatura durante a etapa de cozimento é extremamente importante, pois se a cremificação for muito curta ou insuficiente, resultará num queijo de consistência muito mole. Por outro lado, se a cremificação for muito longa, a gordura e a água que estão retidas na emulsão separam-se, ocorrendo a supercremificação, acarretando um defeito grave de fabricação, que é irreversível. Além disto, o produto final apresenta consistência muito firme, devido à perda de água da rede protéica (PIROT, 1988a,b).

O tempo necessário para se obter a fusão depende do equipamento a ser utilizado, do tipo, idade e grau de maturação da matéria-prima, das propriedades desejadas no produto final e do tipo de sal fundente usado. Normalmente, a solubilização completa dos sais ocorre após 3-5 minutos. O tempo de esterilização normalmente recomendado é de 10 a 20 minutos a 90°C. Aplicando-se temperaturas de 130 a 145°C, este tempo pode ser diminuído para 1 a 3 minutos, seguido de resfriamento rápido a 90 -93°C. O tempo de esterilização depende fortemente da qualidade da matéria-prima. A esterilização provoca hidrólise dos polifosfatos superiores, provocando a quebra das cadeias protéicas, originando um queijo de massa curta, conveniente aos queijos pastosos. Porém o prolongamento do tempo de esterilização provoca desequilíbrios, com formação de sais complexos de compostos fosfoprotéicos insolúveis em água, provocando a separação da matéria gorda e o efeito de supercremificação (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

Quando se utilizam elevadas temperaturas de cozimento da massa, o queijo resultante pode apresentar defeitos de coloração devido à formação de compostos coloridos denominados melanoidinas, resultantes da reação de Maillard, que envolve os grupamentos amino das proteínas e os açúcares redutores dos carboidratos (MEYER, 1973; THOMAS, 1977; BERGER et al, 1989).

De acordo com o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón (BRASIL, 1997), durante o processo de fusão, o produto deverá ser submetido a aquecimento mínimo de 80°C durante 15 segundos ou qualquer outra combinação de tempo/temperatura equivalente.

Na fabricação de queijos de consistência cremosa geralmente se requer uma agitação rápida (120-150 rpm). Porém, no início do processo deve-se usar a velocidade mais baixa, que pode ser aumentada no decorrer do processo (MEYER, 1973).

Atualmente o uso de vácuo se restringe apenas aos últimos 2-3 minutos de processamento e não deve exceder 300-500 mmHg (MEYER, 1973). A aplicação do vácuo depois que o queijo é fundido remove o ar incluso e resfria o produto antes de ser descarregado do equipamento (ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

O requeijão cremoso é normalmente embalado a quente, em copos de vidro canelado ou liso, recravado com tampas metálicas. Pode também ser embalado em qualquer outro tipo de copo ou pote plástico, ou mesmo ser colocado em caixas de madeira ou papel laminado, desde que devidamente forrados com papel impermeável ou plástico (OLIVEIRA, 1986; ALBUQUERQUE et al, 1993). De acordo com OLIVEIRA (1986), seja qual for o tipo de embalagem, é importante que o produto seja embalado a quente visando aproveitar a fluidez da massa e também destruir alguns contaminantes microbiológicos que porventura estejam nas embalagens, principalmente bolores e leveduras. Tendo em vista que requeijões e queijos processados sofrem tratamento térmico intenso, pode-se, portanto, considerar que a contaminação inicial é praticamente inexistente. Por este motivo, atenção especial deve ser dada durante o processo de fechamento da embalagem, para evitar qualquer tipo de contaminação (FERNANDES; CABRAL, 1992).

O resfriamento varia de acordo com o tipo de queijo fundido. Os queijos cremosos devem ser resfriados rapidamente para cessar a cremificação da massa. Deste modo o produto retém a consistência cremosa e a estrutura curta necessária para se obter a untabilidade ideal (FERNANDES, 1981a). O produto deve ser armazenado sob refrigeração para sua adequada conservação (OLIVEIRA, 1986).

O resfriamento final de queijos processados é feito geralmente abaixo de 10°C, embora abaixo desta temperatura possa ocorrer a formação de cristais (CARIC; KALAB, 1987). MEYER (1973) recomenda o armazenamento em câmaras frias a temperatura entre 5 e 12°C.

De acordo com o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón (BRASIL, 1997), o requeijão deverá ser envasado com materiais adequados para as condições de armazenamento previstas e que confirmam ao produto uma proteção adequada. O requeijão embalado deverá ser mantido durante a conservação e comercialização a uma temperatura inferior a 10°C. Já o queijo processado UHT poderá ser conservado e comercializado à temperatura ambiente (BRASIL, 1997b).

2.4 PERFIL DE TEXTURA DO REQUEIJÃO CREMOSO

Reologia é o ramo da física que estuda a deformação e o fluxo de materiais sólidos e fluidos, em resposta a uma força ou deformação aplicada (SHOEMAKER et al, 1992). De acordo com RAO (1977), a deformação diz respeito aos materiais sólidos, como é o caso dos queijos semiduros e duros e fluxo se refere aos materiais líquidos, como o leite. Os queijos fundidos, como é o caso do requeijão cremoso apresenta uma composição complexa com característica de sólidos elásticos e líquidos viscosos, sendo considerado um produto viscoelástico (KONSTANCE; HOLSINGER, 1992). Estas duas características podem ser descritas através do conhecimento das características físicas do produto determinando-se o módulo da elasticidade e a viscosidade (SHOEMAKER et al, 1992).

Do ponto de vista prático, o estudo das propriedades reológicas dos produtos derivados de leite é importante como método de controle do processo de fabricação para garantir a manutenção da estrutura física e química do corpo do queijo durante a estocagem, relacionados principalmente à textura e à estabilidade da emulsão (CAMPOS, 1989; KONSTANCE; HOLSINGER, 1992; SHOEMAKER et al, 1992; TUNICK; NOLAN, 1992).

A avaliação das características reológicas dos queijos tais como: espalhabilidade, cremosidade, elasticidade e viscosidade são tão importantes quanto o sabor e o aroma do produto final (VERMA; GUPTA, 1981; CAMPOS, 1989; SHOEMAKER et al, 1992; TUNICK; NOLAN, 1992). Em queijos processados untáveis, como o requeijão cremoso, a textura é uma propriedade que exerce um papel fundamental na qualidade do produto final (RAPACCI et al., 1998).

A textura de um alimento pode ser definida como a soma das sensações derivadas da degustação de um alimento, englobando aquelas percebidas na cavidade oral, as mastigatórias, residuais e acústicas. Ela é um importante atributo entre aqueles que influenciam a preferência e a aceitação pelos consumidores. Sob o ponto de vista físico ou instrumental, a textura é definida como o resultado da aplicação de uma força, medindo objetivamente a grandeza da deformação em função da força, tempo e/ou distância. Em avaliações instrumentais, a textura tem resposta para a espalhabilidade, cremosidade, elasticidade e viscosidade que são tão importantes quanto o sabor e o aroma (ANJOS, 2000).

Ao mesmo tempo em que confirma a expectativa quanto à qualidade do produto, a textura está associada à satisfação e ao prazer de comer. Esta característica pode sofrer alterações indesejáveis determinantes no produto, influenciando sua qualidade e afetando sua durabilidade.

As propriedades de textura estão relacionadas com deformação, desintegração e escoamento do alimento quando submetido a uma determinada força. Elas são medidas objetivas em função do tempo, força, massa e distância (GIESE, 1995).

Os parâmetros de textura que podem ser utilizados na avaliação das propriedades reológicas de queijos processados são: firmeza, elasticidade, coesividade, adesividade, fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade (CAMPOS, 1989; TUNICK; NOLAN, 1992).

Segundo BOURNE (1978) e SZCZESNIAK (1983) os principais parâmetros de textura e suas definições são:

- *Firmeza* – É a força necessária para ocasionar uma compressão no alimento.
- *Adesividade* – É a força necessária para vencer as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície do elemento de prova.
- *Elasticidade* – É a propriedade de um material recuperar a sua forma e dimensões originais, parcial ou totalmente, após cessar a ação da tensão aplicada.
- *Coesividade* – É a força de atração das ligações internas que formam o produto.
- *Fraturabilidade* – É a força com que o material se fratura.
- *Gomosidade* – É a energia requerida para mastigar um produto semi-sólido até o estado de deglutir.
- *Mastigabilidade* – É a energia requerida para mastigar um produto sólido e deixá-lo em condições de deglutir.

Entre os ensaios realizados em textura instrumental que fornecem importantes informações sobre a qualidade do produto encontra-se a determinação do perfil de textura. Os parâmetros do perfil de textura (TPA) são obtidos da análise da curva representativa do alimento. De modo geral, esta análise reflete as operações de mastigação, com a obtenção da força ou trabalho realizados na boca, com aplicações sucessivas da força simulando as operações dos dentes para a compressão, corte e mastigação do alimento o suficiente para ser ingerido (ANJOS, 2000).

Em instrumentos do tipo universal tais como o Texture-Analyser-TA-XT2, pode-se determinar o perfil de textura dos alimentos, com determinações das

seguintes propriedades reológicas: firmeza, elasticidade, coesividade, adesividade, fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade, onde o parâmetro variável é a força, enquanto a velocidade e a distância permanecem constantes (RAPACCI et al., 1998).

No estudo da textura instrumental utilizando-se texturômetro e o perfil de textura (TPA), a amostra deve ser submetida a dois ciclos de compressão, e através da resposta gráfica são determinados os parâmetros do perfil de textura.

Na Figura 1 apresenta-se um curva característica do perfil de textura obtida no texturômetro (Texture analyser TA – XT2):

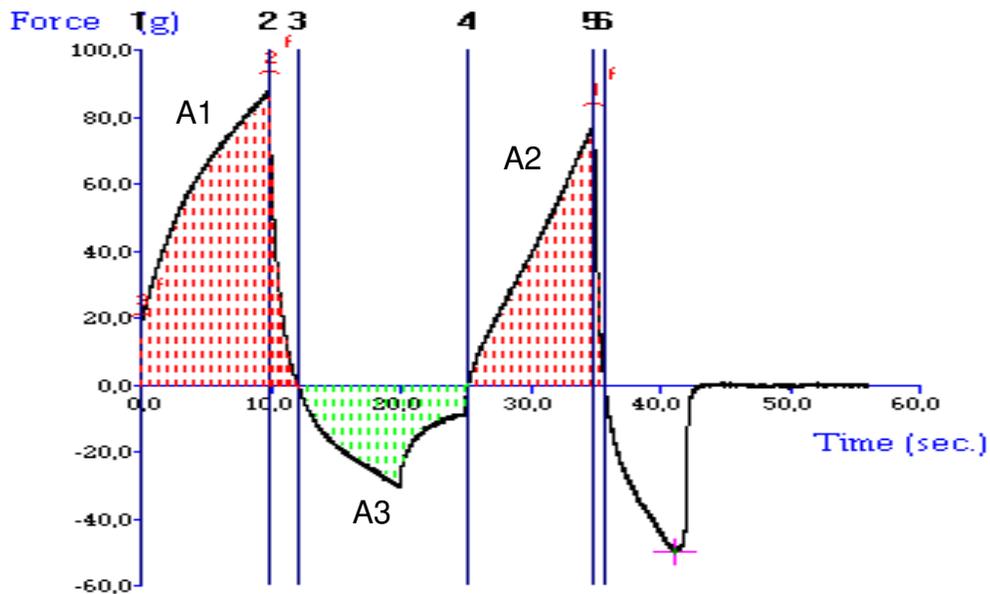


Figura 1: Curva característica do texturômetro (Texture Analyser TA - XT2).

Segundo BOURNE (1978); SZCZESNIAK et al. (1983) apud RAPACCI et al. (1998) alguns dos parâmetros que podem ser definidos a partir da curva são:

Coesividade - A_2/A_1

Firmeza - primeiro pico

Elasticidade - base A_3

Adesividade - A_3

- Coesividade: é a relação entre a área da força (positiva) obtida durante o segundo pico de compressão e a área da força (positiva) obtida no primeiro ciclo de compressão (A_2/A_1).

- Firmeza: é a força necessária para ocasionar uma compressão no alimento, correspondente ao pico máximo (positivo), obtido na primeira curva do ciclo de compressão.
- Elasticidade: é dado como a altura que o alimento recupera entre o primeiro e o segundo pico de compressão. (Base A3)
- Adesividade: é a força necessária para vencer as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície do elemento de prova, correspondendo ao pico máximo (negativo) existente sob a curva.

Os principais parâmetros que influenciam as características reológicas dos queijos fundidos, como é o caso do requeijão cremoso são: composição e estrutura química da matéria-prima, pH, teor de umidade, teor de gordura, grau de maturação da massa, tipo e quantidade de sal emulsificante. Outros fatores que também influenciam as características reológicas são parâmetros tecnológicos tais como: temperatura e tempo de cozimento, velocidade de agitação e temperatura de resfriamento (TEMPLETON; SOMMER, 1930; 1932b; MEYER, 1973; VERMA; GUPTA, 1981; BERGER et al, 1989; GUPTA; REUTER, 1992; YUN et al, 1993).

O pH influencia as características de textura dos queijos processados, uma vez que o mesmo afeta a configuração da proteína. Valores de pH abaixo de 5,4 prejudicam a textura do queijo, tornando-a muito firme e granulosa (TEMPLETON; SOMMER, 1932b; TUNICK; NOLAN, 1992; VISSER, 1991). Queijos que apresentam valores de pH na faixa de 5,5 a 5,7 tendem a possuir consistência mais firme, ao passo que valores de pH acima de 6,3 resultam em queijos de consistência pastosa (MEYER, 1973; BERGER et al, 1989). De acordo com TEMPLETON; SOMMER (1932), valores de pH entre 5,7 a 6,3 apresentam pequena influência na firmeza em queijos processados untáveis.

A desacidificação da massa antes do processo de fusão também se faz necessária, uma vez que as proteínas no seu ponto isoelétrico ($pH_i = 4,6$) têm solubilidade mínima (TAMIME *et al*, 1990; ZEHREN; NUSBAUM, 1992). Neste caso, após a dessora, o coágulo ácido de caseína que apresenta pH entre 4,6 e

5,4 deve ser desacidificado, para que se obtenha a cremosidade típica dos queijos processados (OLIVEIRA, 1986).

A firmeza pode reduzir consideravelmente com o aumento da umidade do produto final (RAPACCI, 1997). A consistência pode ser afetada pela quantidade de gordura no extrato seco presente no produto, além de outras variações.

Segundo BONELL (1971), os sais emulsificantes podem influenciar a formação do corpo e textura dos queijos processados untáveis. Entre as principais propriedades que podem ser influenciadas estão a firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade, pois os sais emulsificantes quando adicionados à massa dos queijos processados exercem inúmeras funções tais como: remoção do cálcio da massa, dispersão e solubilização das proteínas, peptização, auxílio na formação de uma emulsão estável, dentre outros.

TEMPLETON; SOMMER (1936), relacionando a firmeza de queijos processados com alguns tipos de sais emulsificantes (citrato de sódio, citrato de potássio, pirofosfato tetrassódico, metafosfato de sódio e mistura de partes iguais de mono e ortofosfato dissódico), observaram que queijos fabricados com fosfatos condensados apresentaram maior resistência à compressão do que os queijos processados com sais à base de citrato.

De acordo com VERMA; GUPTA (1981), as características de elasticidade e coesividade dependem mais da estrutura e do rearranjo das moléculas de proteína do que do tipo e quantidade de sais emulsificantes. RAPACCI (1998) relatou que algumas considerações encontradas na literatura sobre as características de elasticidade da massa de mussarela podem ser perfeitamente consideradas para a massa de queijos processados, e de acordo com KINDSTEDT (1991), as características de elasticidade da massa de mussarela são influenciadas pelo pH e a quantidade de fosfato de cálcio retida na massa. KOSIKOWSKI (1951) verificou que o grau de desmineralização da massa está diretamente ligado às propriedades de elasticidade e filagem da mussarela.

Outro fator que influencia diretamente a textura do produto é o grau de maturação. Esta tende a se tornar mais macia à medida que aumenta a quantidade de queijos maturados na mistura. Queijos processados fabricados

exclusivamente com queijos de massa fresca apresentam textura muito firme, alta viscosidade e muita incorporação de ar após o processo de fusão; recomendando-se utilizar uma mistura de queijos de massa fresca com queijos maturados para solucionar este problema (TEMPLETON; SOMMER, 1932b).

OLSON; PRICE (1961), avaliando o efeito que alguns componentes de queijos processados exercem sobre a firmeza, verificaram que o aumento do conteúdo de umidade diminuiu consideravelmente a firmeza do produto final, entretanto, o mesmo não foi observado em relação ao conteúdo de gordura. Além disso, os autores constataram que o teor de extrato seco desengordurado apresenta grande influência sobre a firmeza.

Segundo SHARP et al. (1936) apud RAPACCI (1997), a firmeza dos queijos processados untáveis é influenciada pela umidade e pela relação proteína/gordura.

GUPTA; REUTER (1993) constataram que quanto maior a quantidade de concentrado de soro adicionado em formulações de queijos processados, com a finalidade de aumentar o conteúdo de extrato seco desengordurado, maior foi a firmeza do produto final. No trabalho de CONDACK (1993), nos requeijões onde se adicionou concentrado protéico de soro para substituir 5 a 10% da caseína, observou-se sensorialmente que os produtos adicionados de concentrado apresentaram menor elasticidade e corpo mais firme.

RAPACCI (1997) avaliando o perfil de textura do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta, usando 2,0, 2,5 e 3,0% de sal emulsificante; observou que com o aumento da quantidade de sal, independente do tipo utilizado, houve um aumento na firmeza dos requeijões processados com massa obtida por fermentação láctica. Amostras obtidas por acidificação direta apresentaram um decréscimo de firmeza na medida em que se aumentou a concentração de sal.

GIGANTE (1998) avaliando o perfil de textura do requeijão cremoso obtido por ultrafiltração (UF) observou que a %EST, %GES, tipo de sal emulsificante e adição de concentrado protéico de soro (CPS) influenciaram significativamente a firmeza das amostras, e o pH de UF, as interações pH*sal, sal*CPS e pH*CPS

não influenciaram. Também observou que o pH de UF influenciou significativamente a adesividade dos requeijões.

2.5 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO REQUEIJÃO CREMOSO

A avaliação da qualidade de um produto alimentício é, em parte, subjetiva, já que o principal instrumento de avaliação é o consumidor. Porém, como avaliar significa “determinar o valor” diferentes provas ou índices quantitativos são utilizados, tanto para descrever objetivamente a qualidade como para permitir a obtenção de um nível de qualidade satisfatório e constante (CHEFTEL et al, 1989).

O mais importante critério de qualidade para avaliação de produtos alimentícios são as propriedades sensoriais, que em ordem cronológica de apreciação podem ser ordenadas como: aparência (forma, cor, etc.); sabor (aroma, gosto) e textura (resistência, consistência na mastigação, etc.). Também são importantes outras características tais como: a salubridade, ou seja a ausência de ação tóxica de microrganismos patógenos ou toxinógenos; o valor nutricional; as propriedades funcionais, especialmente de diversos ingredientes por seu interesse industrial; a estabilidade, ou seja, a capacidade do produto para não se alterar rapidamente em condições de armazenamento e o custo (CHEFTEL et al, 1989).

Segundo FERNANDES et al (1985a,b), os atributos de qualidade normalmente avaliados para o requeijão cremoso são: consistência, textura, cor, sabor e aroma. A consistência deve ser mole, homogênea, untuosa, manteigosa ou cremosa. O requeijão deve ainda apresentar considerável espalhabilidade. De acordo com VERMA; GUPTA (1981), a espalhabilidade e a cremosidade são duas propriedades características dos queijos processados untáveis.

O termo untuoso é geralmente aplicado para os queijos que possuem uma consistência tal que à temperatura ambiente possam ser facilmente espalhados

com a faca, como é o caso do requeijão cremoso (TEMPLETON; SOMMER, 1932; KEATING, 1971).

A massa do requeijão cremoso deve apresentar após a fusão uma estrutura não muito curta nem muito longa, além de apresentar também certa elasticidade formando fios ao ser retirado com a faca (FERNANDES et al, 1981c).

O requeijão cremoso típico deve apresentar sabor e aroma próprio, levemente ácido e salgado. O sabor deve ser semelhante a creme de leite e o aroma de leite fresco levemente fermentado (FERNANDES; MARTINS, 1980; FERNANDES et al, 1985b; OLIVEIRA, 1986). O sabor ácido suave (característico do requeijão cremoso) é dado pelo ácido láctico que é formado pelo processo de fermentação da lactose pelas bactérias lácticas ou pela adição de ácido láctico puro de padrão alimentício (CARIC; KALAB, 1987 apud RAPACCI, 1997).

Sabe-se que a utilização inadequada do tipo e da quantidade de sal emulsificante pode levar à produção de requeijões com defeitos de sabor, principalmente associado a um sabor salino ou levemente amargo (OLIVEIRA, 1986).

A textura do requeijão cremoso deve ser lisa, com ausência total de grumos. A cor deve ser branco-creme, homogênea (FERNANDES, 1981b; FERNANDES et al, 1985a).

O Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón (BRASIL, 1997), define as seguintes características sensoriais para o requeijão: Consistência – untável ou fatiável; Textura – cremosa, fina, lisa ou compacta; Formato – variável; Cor – característica; Odor – característico; Sabor – creme levemente ácido, opcionalmente salgado para o requeijão ou requeijão cremoso, levemente ácido, salgado a ranço para o requeijão de manteiga.

O principal objetivo da análise descritiva é a descrição de um produto em termos de atributos sensoriais percebidos. Como essas descrições são necessariamente verbais, a linguagem exerce função central na determinação da exatidão e utilidade de uma dada avaliação. Nas últimas décadas, houve um

grande desenvolvimento de metodologias de análise descritiva, tais como o Perfil de Sabor, o Perfil de Textura, a Análise Descritiva Quantitativa, etc.

A análise descritiva é uma metodologia sensorial que fornece informações qualitativas e quantitativas de produtos baseados na percepção de um grupo de indivíduos qualificados, considerando-se todas as sensações que são percebidas: visuais, olfativas, gustativas, tácteis e auditivas. O termo “produto” é usado em um amplo sentido, podendo tratar-se de um protótipo, um ingrediente ou mesmo um produto comercial (MEILGAARD et al., 1987 apud DIAS (1999); STONE; SIDEL, 1993 apud DIAS (1999)).

A análise descritiva quantitativa (ADQ) proporciona uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para caracterização sensorial de atributos importantes (STONE; SIDEL, 1985 apud DIAS (1999)). Os resultados da análise descritiva fornecem uma descrição completa das similaridades e diferenças das propriedades sensoriais (atributos) de um conjunto de produtos, bem como permite identificar quais são os atributos mais importantes para o produto (MUÑOZ et al. 1996 apud DIAS (1999)).

Para análise descritiva quantitativa de requeijão cremoso a terminologia descritiva desenvolvida poderá ser utilizada na análise de amostras provenientes de diferentes processos, condições de estocagem, embalagem, uso de diferentes ingredientes, ou de diferentes marcas para fins de controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos ou caracterização de amostras preferidas pelos consumidores (FARIA, 2000).

O vocabulário desenvolvido para análise descritiva quantitativa de requeijão cremoso FARIA (2000), está descrito a seguir:

Atributo Sensorial	Definição
Cor	Coloração característica de requeijão cremoso, variando de branco-creme homogêneo ao amarelo pálido. Uma coloração atípica é caracterizada pela presença de manchas e pela coloração amarela.
Brilho	Descreve o aspecto de uma superfície reluzente
Superfície lisa	Ausência total de grumos, grânulos ou bolhas de ar
Espalhabilidade	Capacidade de se espalhar com faca
Creiosidade	Descreve uma textura untuosa ou manteigosa e uma consistência semi-fluida semelhante a creme, que espalha facilmente, sem escorrer, na superfície de uma fatia de pão
Adesividade	Descreve a propriedade de textura em relação à força necessária para remover o produto que adere ao palato e/ou dentes (pegajoso, grudento, aderente)
Viscosidade	Descreve a propriedade de resistência ao escoamento
Formação de fios	Descreve a formação de fios ao ser levantado com a faca
Arenosidade	Descreve a textura arenosa, farinhenta
Aroma de leite fresco	Aroma puro e limpo de leite fresco
Sabor de creme de leite	Sabor de creme de leite fresco e levemente doce
Sabor de fermentado	Descreve o sabor associado ao leite fermentado ou coalhada
Sabor de sabão	Sabor desagradável associado à esterificação de ácidos graxos
Gosto doce	Descreve o gosto primário produzido por solução aquosa de lactose
Gosto salgado	Descreve o gosto primário produzido por solução aquosa de cloreto de sódio e sais fundentes
Gosto ácido	Descreve o gosto primário produzido por solução aquosa de ácido láctico
Gosto amargo	Descreve o gosto primário produzido por solução aquosa de sais fundentes
Intensidade global de sabor	Descreve a intensidade global do sabor de requeijão, que pode ser insípido ou bastante intenso

Testes afetivos são testes em que atitudes subjetivas, tais como aceitação ou preferência de um produto, são medidas. Nos testes afetivos, a tarefa do

provador é indicar a preferência ou aceitação por meio de seleção, ordenação ou pontuação das amostras. A utilização da escala hedônica ou da escala de atitude (FACT) é um exemplo deste tipo de teste. Os julgadores são normalmente consumidores atuais ou potenciais do produto. Em situações de laboratório, as características demográficas normalmente dão lugar à acessibilidade dos julgadores. Testes de aceitação em nível de laboratório geralmente são realizados com 25 a 50 julgadores. Em estudos de campo, em que amostras da população-alvo são usadas, este número mínimo é aumentado para 75 a 200 ou mais julgadores. Sempre que possível, pessoal técnico, de “marketing” e administradores envolvidos com o produto não devem ser usados como julgadores em testes afetivos, em razão de seus conhecimentos “a priori” do produto e de seu potencial para respostas tendenciosas. Na aplicação das técnicas de análise sensorial é importante diferenciar preferência de aceitação. Testes de preferência, normalmente, fornecem resultados comparativos, isto é, obtêm-se resultados sobre a preferência para dada amostra de um produto em comparação com a de outro. Assim, pode ocorrer de a amostra ser preferida à outra, mas nenhuma delas ser de boa aceitação. Os testes de aceitação, por outro lado, procuram uma medida da disposição do consumidor em comprar e utilizar efetivamente o produto. Nesses testes, a preferência pode estar implícita (CHAVES, 1993).

A análise da aceitação reflete o grau em que consumidores gostam ou desgostam de determinado produto. As análises de aceitação devem ser realizadas por uma equipe formada por um número de 25 a 50 pessoas, que sejam representativas do público que se deseja atingir. Entre os métodos sensoriais existentes para se medir a aceitação e preferência de um grupo de julgadores a escala hedônica estruturada de nove pontos é o método afetivo mais aplicado, tanto devido à confiabilidade e validade de seus resultados como à simplicidade em ser utilizada pela equipe (STONE; SIDEL, 1993 apud DIAS (1999)).

Os alimentos, quer industrializados ou não, mantêm-se em constante atividade biológica, manifestada por alterações de natureza química, física, microbiológica ou enzimática, e que os levam à deterioração da qualidade. Esta se caracteriza pela inaptidão dos produtos para consumo humano, como resultado

da existência de contaminação microbiana ou de insetos, da perda de certos atributos específicos como cor, sabor, textura e viscosidade ou da presença de certos contaminantes químicos (CABRAL; FERNANDES, 1980). PASSY; MANNHEIN, 1977 apud CABRAL; FERNANDES, (1980) definem a vida-de-prateleira como o “período de tempo” em que é mantida a aceitabilidade do produto pelo consumidor, utilizando como critério um determinado indicador de qualidade, como assimilação de metais, alterações de cor, sabor e textura, ou perda de valores nutritivos. Segundo IFT, 1974 apud CABRAL; FERNANDES, (1980), a vida-de-prateleira é o “período de tempo” decorrido entre a produção e o consumo de um produto alimentício, durante o qual este se caracteriza pelo nível satisfatório de qualidade avaliado pelo valor nutritivo, sabor, textura e aparência. A vida útil varia com o tipo de alimento, a temperatura de estocagem e a embalagem utilizada. Diversos parâmetros estão diretamente envolvidos no estudo e na estimativa da vida-de prateleira de alimentos. Os principais são:

- Valor nutritivo, avaliado pela concentração de vitaminas e proteínas;
- Crescimento microbiano, ação enzimática ou infestação de insetos;
- Qualidades sensoriais, como sabor, aroma, textura, aparência geral.

Dentre estes, as qualidades sensoriais são as que mais diretamente se relacionam com o consumidor, visto que este não reúne condições de analisar o produto sob outro aspecto.

È altamente desejável o conhecimento da vida-de-prateleira de alimentos em função das condições de estocagem. Segundo LABUZA, 1972 apud CABRAL; FERNANDES, (1980), pelo menos três temperaturas devem ser utilizadas em testes de vida-de-prateleira e estas variam conforme o tipo de alimento. O produto estocado é analisado periodicamente, sugerindo-se diversas análises, entre elas, avaliação sensorial. Os resultados obtidos são colocados em gráfico linear ou logarítmico, em relação ao tempo, e caso seja obtida uma reta o modelo é adequado. A partir daí tem-se o valor crítico de deterioração do alimento nas várias temperaturas, e um gráfico de Arrhenius permitirá extrapolações. Intervalos de temperatura de 0-15°C são recomendados para estudos de vida-de-prateleira para alimentos refrigerados.

O efeito da temperatura sobre as transformações em alimentos é, sem dúvida, dos mais importantes quando se deseja manter a sua qualidade. O conhecimento quantitativo do efeito da temperatura sobre a velocidade de deterioração dos alimentos é muito importante na sua comercialização. Geralmente, a velocidade das transformações em alimentos aumenta com o aumento da temperatura; contudo, conforme a faixa de temperatura estudada, os mecanismos ou mesmo o tipo de transformação podem mudar completamente. Uma forma de representar o efeito da temperatura na velocidade das transformações em alimentos é o uso do valor “Z”. Z representa o intervalo de temperatura que ocasiona uma variação de 10 vezes na velocidade de uma transformação. Além desta representação existe a representação pelo valor Q_{10} , que é dado pelo quociente entre as velocidades de reação a uma determinada temperatura e a uma temperatura 10°C mais baixa ou pelo quociente entre as vidas de prateleira a uma determinada temperatura e a uma temperatura 10°C mais alta. O comportamento das reações a diferentes temperaturas pode ser mostrado em gráficos em escala linear ou monologarítmicos e o valor Q_{10} é então calculado (TEIXEIRA NETO et al., 1991).

A vida-de-prateleira de um alimento é o tempo em que ele pode ser conservado em diferentes condições de temperatura, umidade relativa, luz, etc., sofrendo pequenas, mas bem estabelecidas alterações que são, até certo ponto, consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente (TEIXEIRA NETO et al., 1991).

A aceitabilidade de um produto alimentício depende da extensão em que ocorreu a alteração da qualidade sensorial. A avaliação sensorial é um dos métodos mais utilizados neste estudo. A avaliação da vida-de-prateleira envolve a escolha dos parâmetros críticos de deterioração de sua qualidade e a seleção das temperaturas de estocagem que reflitam as condições ambientais médias dos pontos de comercialização. Uma equipe de julgadores é selecionada e treinada, utilizando uma escala numérica para estimar a magnitude do possível desvio de um padrão sensorial preestabelecido. O número de amostras e o tipo de teste empregado influenciam o método estatístico a ser aplicado, mas, em geral, os

resultados são analisados através de técnicas de análise de regressão e correlação (TEIXEIRA NETO et al., 1991).

2.5.1 Avaliação físico-química da oxidação de lipídios para estimar a vida de prateleira (“shelf-life”) do requeijão cremoso

Queijo processado pode normalmente ser considerado um produto estável com uma razoável vida de prateleira (“shelf-life”). No entanto, durante a estocagem por um longo período de tempo à temperatura ambiente, a vida de prateleira pode ser encurtada consideravelmente devido ao escurecimento não-enzimático (browning) ou à oxidação de lipídios (KRISTENSEN et al. 2001).

O teste do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) para quantificação de produtos de oxidação foi descoberto há mais de 40 anos. Desde então, tem sido largamente utilizado para medida do estado de oxidação de alimentos. Apesar de muitas referências bibliográficas e a vasta utilização deste método, ainda existem incertezas sobre a sua aplicabilidade e sobre a química da reação (HOYLAND, TAYLOR; 1991).

A oxidação lipídica é o principal responsável pela perda da qualidade de queijos processados, especialmente durante longos períodos de estocagem (KRISTENSEN, SKIBSTED,1999). Para acompanhar a evolução da rancidez durante a estocagem, o número de TBA é utilizado como valor empírico. No teste de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico) ou TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico), o malonaldeído, um produto secundário da oxidação lipídica, após ser obtido por destilação, reage sob aquecimento com o ácido tiobarbitúrico, produzindo um complexo colorido (róseo) que pode ser medido espectrofotometricamente (TORRES; OKANI, 1997).

Existem muitos estudos sobre a análise de produtos de oxidação em carnes, ocorrendo a formação do complexo TBA-malonaldeído e, conseqüentemente, da coloração rósea. A absorbância é lida no comprimento de onda de 532nm e, após a construção de uma curva de calibração quantifica-se o aldeído. Em relação aos produtos lácteos, em alguns casos ocorre a formação da coloração amarela ao invés da rósea, com um máximo de absorbância a 450nm.

Isto é típico para produtos derivados de leite e é normalmente atribuído ao alto conteúdo de ácidos graxos saturados e monoinsaturados na gordura do leite (KRISTENSEN, SKIBSTED; 1999). Entretanto, VAN DENDER et al. (2002) adaptaram o método de TBA para o requeijão cremoso e determinaram as melhores condições para o teste constatando que o comprimento de onda no qual se obteve o máximo de absorção da amostra foi 532 nm.

Deve-se ressaltar que este método objetivo de quantificação do nível de oxidação de um produto durante a estocagem é indicativo e deve ser utilizado apenas para comparar amostras de um mesmo produto, pois a quantidade dos compostos reativos ao TBA varia de produto para produto.

A quantificação de produtos de oxidação reativos ao TBA deve ser comparada com a análise sensorial do produto, feita por uma equipe devidamente treinada, para que se possa estabelecer uma relação entre o índice de TBA (método objetivo) e o desenvolvimento de sabor de ranço no produto (método subjetivo). Comparando o índice de TBA com a análise sensorial ALVES (2004) verificou que devido ao índice de TBA quantificar produtos secundários de oxidação, os valores começaram a diferir no produto quando o mesmo já estava sensorialmente muito alterado.

2.6 TRATAMENTO TÉRMICO

O tratamento térmico é o processamento mais comum aplicado na indústria de alimentos, que pode ser usado para manter a qualidade por destruir microrganismos, inativar enzimas e inibidores e destruir toxinas, além de aumentar a disponibilidade de componentes presentes no alimento aumentando sua digestibilidade. Entretanto, o tratamento térmico pode causar efeitos secundários indesejáveis, freqüentemente denominados de danos de processamento, sendo que interações entre os principais constituintes – proteínas, gorduras e carboidratos – são muito comuns pelo aquecimento (GUO, 1999).

O tratamento térmico destrói alguns ou todos os microrganismos presentes no leite, além de inativar enzimas, dependendo da temperatura e do

tempo de aquecimento. De forma a manter, tanto quanto possível, as propriedades sensoriais e nutricionais do material cru, os métodos de aquecimento têm sido desenvolvidos para destruir microrganismos patogênicos, como é o caso da pasteurização, ou destruir todos os microrganismos e inativar enzimas, na esterilização.

O leite pode ser submetido a vários tratamentos térmicos que variam na intensidade de acordo com a finalidade do produto que será produzido, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Exemplos de tratamentos térmicos do leite e suas finalidades (FOX, 1998; TAMIME; ROBINSON, 1999).

Tratamentos	Temperatura x Tempo	Finalidade
Termização	65 °C x 15 s	Destruição de microrganismos termo-sensíveis (psicrotróficos) e redução da microflora para leites estocados a baixas temperaturas.
Pasteurização: LTLT HTST	63 °C x 30 min. 72 °C x 15 s	Destruição de microrganismos patogênicos e redução do n.º. de não-patógenos que possam causar deterioração; padronização do leite como matéria-prima para outros produtos; inativação de enzimas (ex: lipase), que contribui para a estabilidade.
Pré-aquecimento de leite UHT	90 °C x 2 – 10 min. 120 ° C x 2 min.	Aumentar a estabilidade térmica de leites que serão submetidos à esterilização.
Esterilização UHT Embalagem	130 - 140 °C x 3 - 5 s 110 - 115 °C x 10 - 20 min.	Aumentar a vida de prateleira do produto por longos períodos. Estocagem de produtos sem necessidade de refrigeração.

Embora o leite seja um fluido biológico complexo, é um sistema bastante termo-estável, permitindo que seja submetido a tratamentos térmicos severos, com relativamente poucas alterações quando comparado a outros alimentos. Entretanto, numerosas alterações biológicas e físico-químicas ocorrem durante o processamento térmico que afetarão suas propriedades nutricionais, sensoriais e tecnológicas/funcionais, havendo também uma interação entre os constituintes em

muitos casos, sendo a magnitude dessas mudanças diretamente relacionada à severidade do tratamento térmico (FOX, 1998; ROMERO, 2001).

O requeijão cremoso tradicional é produzido normalmente utilizando um equipamento triturador e homogeneizador, com sistemas de injeção direta e indireta de vapor, como é o caso da máquina Stephan. Uma nova alternativa tecnológica para o requeijão cremoso, mantendo sua textura e características, consiste em, após o processo de fusão, esterilizar o produto em trocador de calor e envasar em embalagem asséptica, utilizando equipamentos já existentes em muitos Laticínios para o processamento de leite longa vida. O emprego deste processo permitiria aumentar a durabilidade do produto devido ao tratamento térmico (UHT) e a embalagem asséptica e simplificar o sistema de transporte e estocagem do mesmo, sem a necessidade de refrigeração (VAN DENDER, 2000a, VAN DENDER, 2001, VAN DENDER et al. 2002). Portanto, para empregar esta nova tecnologia de forma a oferecer uma nova alternativa ao mercado consumidor é necessário estudar o efeito do tratamento térmico UHT sobre o requeijão e avaliar as conseqüências decorrentes do mesmo.

2.6.1 Efeito do tratamento térmico sobre os constituintes do leite

Alguns efeitos do processamento térmico sobre os componentes do leite são listados na Tabela 2.

Tabela 2: Sumário de efeito do tratamento térmico sobre os constituintes do leite (HARPER, 1981).

Substância	Modificações	Conseqüências
Lactose	Decomposição com formação de ácidos orgânicos e furfural. Decomposição com formação de lactulose e heptulose	Influência no crescimento de bactérias lácticas; reduz o pH; forma material éter-solúvel; Caramelização; Significância nutricional potencial;
Lactose e Proteínas	Reação entre aldeído e grupo amino (Reação de Maillard) produzindo condensados responsáveis pelo escurecimento	Redução do valor nutricional protéico, principalmente pela diminuição de lisina disponível; Escurecimento.
Proteínas do soro (principalmente β -lg)	Aparecimento de grupo SH e H ₂ S Desnaturação protéica Inativação de imunoglobulinas	Flavor de cozido Redução do potencial oxiredutor Produção de propriedades antioxidantes de lipídeos; Agregação protéica; Perda da habilidade de formação de creme (nata)
Proteínas do soro e caseínas	Formação de amônia Concentração e insolubilização da interface ar-líquido Formação de complexo entre k-CN e β -lg	Influencia o flavor Formação de uma camada de espuma durante fervura Participa na estabilização de tratamentos térmicos adicionais; Melhora o corpo de produtos preparados com culturas.
Caseína	Desfosforilação, quebra da cadeia peptídica, perda do macropeptídeo da k-CN, acompanhada por modificações na micela de CN Formação de lisinoalanina sob condições alcalinas	Aumento da precipitação de cálcio; Coagulação das caseínas em altas temperaturas; Coagulação do leite; Fator anti-nutricional potencial.
Minerais	Deslocamento do equilíbrio de sais Ca/P solúveis para Ca/P insolúveis Modificação da natureza da superfície das micelas	Precipitação de sais de Ca e redução no pH Retardamento na coagulação enzimática; Afeta a estabilidade das micelas de caseína
Gordura	Formação de lactonas Formação de metil-cetonas	Causa do flavor de coco em leite concentrado Contribui para formação de flavor de produtos de panificação que contêm manteiga
Vitaminas	Destruição de Vit. C, B ₁ , B ₆ e B ₁₂	Perda no valor nutritivo
Enzimas	Inativação entre 60 a 100°C Reativação de enzimas durante processamento UHT Alta estabilidade de enzimas microbianas (psicrotróficas)	Eliminação de problema de flavor devido à inativação de lipases e proteases Confusão na interpretação de testes fosfatase, off flavor e gelatinização durante estocagem; Gelatinização durante estocagem de produtos UHT

A reação de Maillard só é significativa em produtos que sofrem tratamentos térmicos severos, mas pode ocorrer também em produtos em pó estocados em altas temperatura e umidade, além de queijos com teores residuais elevados de lactose e galactose. Os produtos originados da reação de Maillard além de promoverem o surgimento de coloração escura (melanoidinas), prejudicando assim o aspecto visual do produto final, podem alterar o flavor típico do leite (furfural, hidroximetilfurfural) (FOX, 1998); ocorre interação entre proteína-lactose durante a reação de escurecimento, resultando na redução do valor nutricional dos produtos (VAN BOEKEL, 1998; FOX, 1998). A reação de Maillard é muito significativa em alimentos por afetar fortemente a qualidade dos produtos. O tratamento térmico mais severo pode levar à decomposição da lactose com formação de lactulose e heptulose (HARPER, 1981). A lactulose não é formada durante processamento HTST, mas ocorre durante esterilização UHT, sendo, portanto um índice da avaliação da severidade do tratamento térmico (FOX, 1998; VAN BOEKEL, 1998).

Tratamentos térmicos usuais podem inativar algumas enzimas endógenas, podendo aumentar a estabilidade do leite e de seus derivados. Por exemplo, a lipase é inativada na pasteurização, prevenindo, portanto o ranço hidrolítico, enquanto a plasmina tem sua atividade aumentada pela inativação de seus inibidores e/ou ativação de plasminogênio. A plasmina é uma importante proteína endógena que tem grande efeito na qualidade do leite devido à sua ação proteolítica. A hidrólise das proteínas pode causar gelatinização, sabor amargo e instabilidade protéica. A presença de γ -caseína e proteose-peptona no leite é devido à hidrólise da β -caseína pela plasmina. Ela é estável ao tratamento térmico do leite e derivados acima de 110°C, porém pode ser desnaturada a baixas temperaturas, dependendo da extensão do tempo que o calor é aplicado (METWALLI et al, 1998).

Devido ao uso de refrigeração na estocagem do leite cru na fazenda por períodos mais longos, promove-se o crescimento de microrganismos psicotróficos, especialmente da *Pseudomonas fluorescens*, que apesar de serem extremamente termolábeis, suas proteinases e lipases extracelulares são estáveis ao tratamento térmico, não sendo desnaturadas nem em processos de

esterilização UHT, podendo causar sabores amargos e rançosos (off-flavor) e talvez até gelatinização do leite UHT (McKELLAR, 1981). Apesar de serem termoestáveis, essas enzimas possuem baixa estabilidade em temperaturas ao redor de 60°C, sendo possível reduzir suas atividades usando baixas temperaturas de inativação antes ou após o processo de esterilização, como 60°C/5-10 min. Nesta temperatura algumas moléculas sofrem mudanças conformacionais, tornando-se suscetíveis à proteólise pelas próprias proteinases que permaneceram ativas. Se a temperatura é aumentada rapidamente, todas as proteinases são desnaturadas, podendo voltar à atividade durante o resfriamento (SCHOKKER; VAN BOEKEL, 1998).

É provavelmente sobre as proteínas que incidem as maiores alterações devido ao tratamento térmico ocorrendo várias reações, que podem ir desde a desnaturação e agregação das proteínas do soro à formação de complexos entre as proteínas do soro, caseínas e glóbulos de gordura e interações com sais e açúcares. Poucas mudanças ocorrem no conteúdo de nitrogênio não-protéico durante os processos de pasteurização e esterilização.

As proteínas do soro são muito suscetíveis à desnaturação térmica por serem proteínas globulares com altos níveis de estruturas secundária e terciária, sendo a ordem da estabilidade térmica (medida pela perda de solubilidade): α -la > β -lg > BSA > Ig. O processo de desnaturação térmica das proteínas do soro pode ser considerado como múltiplos estágios que levam à formação de várias espécies de agregados, e tanto os monômeros quanto os polímeros de β -lg interagem com a k-caseína (OLDFIELD, 2000).

A consequência mais importante da desnaturação das proteínas do soro é que devido ao conteúdo de grupos sulfidrilas, ocorre a sua exposição durante o aquecimento, tornando-se importante pelas seguintes razões:

- Interações dissulfídicas entre as proteínas podem ocorrer no pH normal do leite em temperaturas ao redor de 75°C, levando à formação de complexos como a β -lg/k-caseína, provocando efeitos na funcionalidade do sistema protéico como coagulação enzimática e estabilidade térmica;

- Esses grupos sulfidrilas ativos podem decompor-se com formação de H_2S e $H_3C-S-CH_3$, que são responsáveis pelo sabor de cozido em leites submetidos a tratamentos térmicos severos como UHT;

- Pode ocorrer β -eliminação de resíduos de serina, fosfoserina, serina glicosilada, cisteína e cistina com formação de dehidroalanina, que é muito reativa e que pode reagir com vários aminoácidos, especialmente a lisina, formando a lisinoalanina e em menor extensão com a cisteína, formando lantionina (VAN BOEKEL, 1999). Essas reações levam à formação de ligações cruzadas reduzindo a solubilidade, digestibilidade e valor nutricional por não serem hidrolisadas no trato intestinal.

As caseínas são proteínas relativamente pequenas, com poucas estruturas secundárias e terciárias, pontes dissulfídicas intramoleculares (só presente na α_{s2} e k), nenhum grupo sulfidrilas livre, sendo extremamente termo-resistentes, permitindo a produção de produtos esterilizados termicamente sem maiores alterações nas propriedades físicas. Elas podem ser consideradas como “desnaturadas” por não possuírem uma estrutura nativa tão compacta como as proteínas do soro. Contudo, os efeitos da temperatura e pH podem afetar drasticamente as associações das caseínas, resultando na alteração das micelas num evento de maior extensão do que o observado com as proteínas globulares (WEBB, 1974). A extensão da agregação das caseínas, indicado pelo aumento na turbidez, aumenta com o aumento na severidade do aquecimento, a um máximo em $140^\circ C$, mas diminui em temperaturas mais elevadas, possivelmente indicando a degradação térmica das caseínas. A β -CN agrega-se fortemente sob aquecimento a $140^\circ C$, mas a agregação parece reversível sob resfriamento a $0^\circ C$. FOX (1981) e GUO et al. (1989) sugeriram que α_{s2} e k-CNs (caseínas contendo –SH), são mais susceptíveis à agregação em altas temperaturas do que a α_{s1} e β -caseínas.

O grupo SH livre reativo da β -lg desempenha um importante papel na interação com a k-caseína, a α -la também participa, sendo que sua desnaturação aumenta na presença de β -lg. A quantidade de β -lg que interage com a micela é limitada por um número de sítios ligantes disponíveis, enquanto que a quantidade

de α -la parece depender de sua concentração no leite (CORREDIG, 1999). Interações entre α -la e β -lg durante aquecimento do leite afeta a extensão da desnaturação da α -la. Durante aquecimento ocorre uma transição da β -lg acima de 40°C com um reflexo na mudança de rotação ótica, a qual é acompanhada por um desdobramento irreversível, seguido de agregação. Embora a α -la rapidamente se associe com a β -lg durante o aquecimento, a α -la só se associa com a caseína quando o aquecimento é feito na presença de β -lg. O grupo tiol livre reativo da β -lg aparentemente catalisa a formação intermolecular de pontes dissulfito com a mais hidrofílica (α -la), que reduz a extensão da interação com a k-caseína (MORR, 1993). A β -lg pode complexar com a α -la quando as duas proteínas são aquecidas juntas, e este complexo é capaz de interagir com a k-CN. (BAER et al, 1976; ELFAGM; WHEELLOCK, 1977).

A agregação da β -lg com a k-caseína durante o aquecimento se deve a várias interações que ocorrem: formação de pontes dissulfito, ligações hidrofóbicas e ligações moderadas com o cálcio.

O grau de interação entre a β -lg e a k-caseína depende do tempo e da temperatura de aquecimento, concentração das proteínas e presença de sais. TRAUTMAN; SWANSON (1958) sugeriram que os grupos tíóis estão envolvidos na formação de um complexo entre a β -lg e a k-caseína. SAWYER et al. (1963) concluíram que o complexo pode ser rompido por agentes redutores, por exemplo, 2-mercaptoetanol. Visto que a desnaturação térmica da β -lg envolve reações de agregação dissulfídicas, é possível que estes agregados formados reagem com a k-caseína via interações não covalentes. DOI et al. (1983a) sugeriu que interações hidrofóbicas estão envolvidas na formação do complexo. HAQUE; KINSELLA (1988) confirmaram que o complexo é primeiramente mantido junto por interações hidrofóbicas, especialmente durante o estágio inicial de aquecimento a 70°C.

A β -lg interage com as micelas de caseína envolvendo a k-caseína quando sistemas modelos de micelas de caseína ou leite são aquecidos a temperaturas acima de 80°C (DALGLEISH, 1990). Reações sulfidril-dissulfídicas e interações hidrofóbicas estão envolvidas nesta interação. JANG; SWAISGOOD (1990)

mostraram que principalmente interações não-covalentes estão envolvidas quando as micelas de caseína foram aquecidas a temperaturas abaixo de 75°C com a β -lg. Entretanto, em temperaturas mais altas, ligações dissulfídicas intermoleculares estão envolvidas na interação entre as micelas de caseína e a β -lg. O grau de interação depende da severidade do tratamento térmico e das condições existentes durante o aquecimento. A 70°C, a taxa de interação entre as micelas de caseína e a β -lg é muito lenta, mas a 90°C, acima de 80% da β -lg associa-se com as micelas após aquecimento por 20 min. (SMITS; VAN BROUWERSHAVEN, 1980).

Interações das proteínas do soro com a k-caseína ocorrem na superfície das micelas. A extensão da associação das soro-proteínas desnaturadas, especialmente β -lg, com as micelas de caseína é fortemente dependente do pH antes do aquecimento (SINGH; FOX, 1986, 1987). Aquecimento em valores de pH menores do que 6,7 resultam em grande quantidade de soro-proteínas desnaturadas associadas com as micelas de caseína, em altos valores de pH, mais soro-proteínas desnaturadas tendem a permanecer no soro. Isto é aparentemente devido à dissociação do complexo soro-proteínas/k-caseína das micelas, em altos valores de pH. Este fenômeno parece ser reversível, desde que o reajuste do pH cause a reassociação do complexo com as micelas (SINGH; FOX, 1986; VAN BOEKEL et al., 1989).

2.7 MICROSCOPIA ELETRÔNICA

Microscopia é um dos procedimentos de análises físico-químicas e mostra a distribuição espacial de componentes corpusculares e a estrutura global de ingredientes e produtos. A microscopia eletrônica estende a resolução a diversos nanômetros ($1\text{nm} = 1 \times 10^{-9}\text{m}$). Devido ao alto custo do microscópio e equipamentos auxiliares, o microscópio eletrônico ainda não é usado em análises de rotina na indústria de alimentos, sendo usado em pesquisas e desenvolvimentos, contribuindo para caracterização estrutural do material sob

estudo e para correlacionar a estrutura e as propriedades físicas dos alimentos (KALAB, 1993).

Na técnica conhecida como microscopia eletrônica de varredura, "*Scanning Electron Microscopy*" (SEM), um feixe de elétrons muito fino é focalizado na superfície da amostra. Alguns destes elétrons são refletidos e outros produzem elétrons secundários da camada de ouro que reveste a amostra. Estes elétrons secundários de baixa energia produzem uma imagem que é observada em um monitor e fotografada usando uma câmera acoplada (KALAB, 2000). SEM mostra a superfície da amostra, e é utilizada para visualizar em detalhes objetos tridimensionais, como por exemplo, a rede de proteínas em queijos (Figura 2).

Em geral, produtos lácteos podem ser divididos em dois grupos com relação à sua composição: um consiste principalmente de proteínas do leite, que são caseínas e soro-proteínas e o outro consiste principalmente de gordura. Em sua maioria, os queijos são compostos de ambos, proteínas e gordura, e por isso requerem procedimentos especiais dependendo do objeto de interesse. Microscopia eletrônica tem sido usada para estudar a microestrutura dos componentes individuais de produtos lácteos como micelas de caseína e glóbulos de gordura, e mudanças nestes componentes sozinhos ou por interação com ingredientes durante o processo de fabricação. Micelas de caseína são agregadas no leite durante a produção de queijos e glóbulos de gordura são aprisionados no coágulo. No estudo de microscopia por SEM é necessário remover a gordura. O queijo é fixado em solução de glutaraldeído, pós-fixado com OsO_4 , desidratado em uma série alcoólica, desengordurado com clorofórmio e seco em ponto crítico (COHEN et al., 1981).

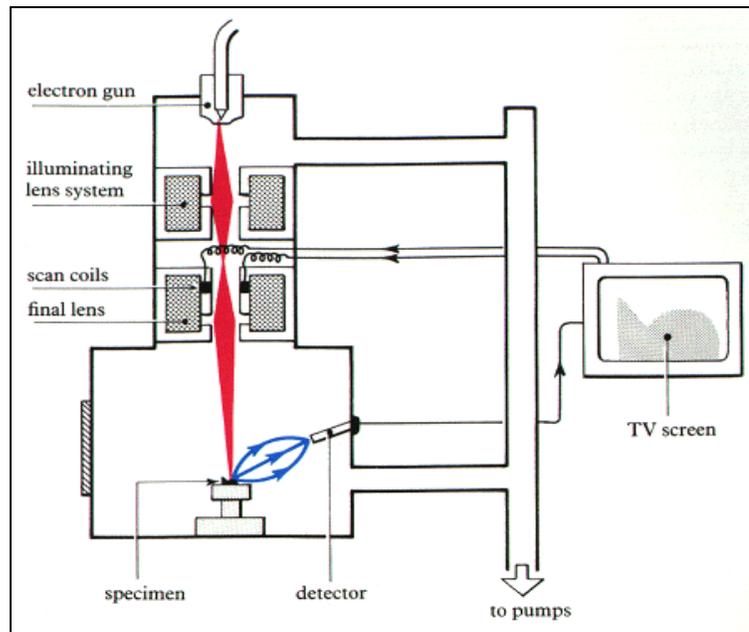


Figura 2: Representação esquemática da formação da imagem por SEM (BURGESS et al., 1987).

Em SEM, o glutaraldeído é o fixador mais comumente usado, porém fixa somente as proteínas. A fixação com glutaraldeído e pós fixação com tetróxido de ósmio preservam as membranas dos glóbulos de gordura, compostos de lipoproteínas. O alto teor de gordura ou glóbulos de gordura muito grandes em produtos lácteos podem causar dificuldades durante o fraturamento da amostra. A gordura (lipídios) é parcialmente fixada durante a pós-fixação com tetróxido de ósmio; este tratamento evita que a gordura seja totalmente extraída com solventes lipofílicos. A falta de um fixador de gordura, ou seja, a não pós-fixação com tetróxido de ósmio pode levar à presença de resíduos de gordura na amostra na forma de minúsculos glóbulos (KALAB, 2000).

Produtos com alto teor de gordura como queijos, destinados a SEM na forma seca são geralmente desengordurados, pois a gordura presente na amostra pode causar várias dificuldades, como, por exemplo, escurecer a matriz protéica. A gordura pode ser extraída com acetona durante a desidratação da amostra, com

uma mistura de éter de petróleo e éter etílico ou com clorofórmio. O clorofórmio quando usado deve ser substituído por álcool, acetona ou acetato, os quais são miscíveis em CO₂ líquido, para posterior secagem da amostra. A amostra é desidratada em uma série alcoólica gradual, desengordurada em solvente (acetona) e seca em ponto crítico em CO₂. Como a secagem pode alterar a microestrutura original do produto, a rede protéica é primeiramente fixada (COHEN et al., 1981).

A secagem em ponto crítico (CPD) é uma técnica apropriada para secagem da maioria dos produtos lácteos que tenham sido previamente fixados e desidratados em série gradual com etanol ou acetona. Esta técnica é baseada na conversão do CO₂ líquido, no qual a amostra desidratada é imersa em um sistema fechado e com o qual é gradualmente impregnada, passando para forma gasosa pelo aumento da temperatura acima do ponto crítico. Acima desta temperatura o CO₂ existe somente como um gás. A CPD é conveniente para a maioria dos produtos lácteos baseados em proteína e não deve ser usada em produtos que contenham amidos gelatinizados. A gordura também pode ser afetada durante a CPD devido ao fato do solvente orgânico e do CO₂ líquido terem propriedades lipofílicas, portanto em produtos com alto teor de gordura é necessário desengordurar a amostra antes da secagem em ponto crítico (COHEN et al., 1981).

As amostras secas são fraturadas antes de serem montadas em artefatos de alumínio "stubs" para SEM. Os fragmentos da amostra são montados em stubs para SEM utilizando um cimento condutivo de prata coloidal; também foi relatado o uso de outros agentes para colagem, como brilho para unhas (esmalte). Para examinar a amostra em SEM, a mesma deve ser eletricamente condutível. Substâncias biológicas em geral apresentam dois problemas em SEM: a água deve ser removida sem destruir a estrutura e a amostra deve ser condutível. Porém, como material biológico não é condutível, isto pode ser conseguido ou por procedimentos químicos no qual a amostra é impregnada com ósmio, ou, mais frequentemente por revestimento físico com ouro, ouro-paládio, platina, ou irídio; ocasionalmente ambos os procedimentos são combinados (COHEN et al., 1981).

Os fragmentos da amostra podem ser revestidos com ouro em altas pressões (13 a 133 mPa, ou, 10^{-4} a 10^{-3} torr), o que permite que os átomos de ouro colidam com moléculas de nitrogênio e se depositem na amostra em várias direções. O revestimento da amostra com ouro (metalização) é feito à temperatura ambiente em evaporador a vácuo, com argônio. Devido à fina microestrutura dos produtos lácteos, para obter a resolução necessária no SEM deve-se usar uma voltagem de 5 a 20 kv (COHEN et al., 1981).

O processamento do queijo para obtenção de queijo processado muda a microestrutura do queijo natural e resulta no desenvolvimento de uma nova microestrutura, tendo um aspecto característico. As junções do coágulo desaparecem e as partículas de gordura tornam-se reemulsificadas. Durante este processo, a membrana original do glóbulo de gordura se desintegra e novas membranas são formadas com proteínas do queijo na superfície das partículas de gordura. Cristais dos sais emulsificantes usados para restaurar a capacidade de emulsificação das proteínas do queijo dissolvem-se durante o processamento, mas cristais de sais emulsificantes não dissolvidos podem ainda estar presentes no produto final. O uso de sais emulsificantes promove um aumento da capacidade emulsificante das proteínas do queijo. Tais sais seqüestram íons cálcio do complexo de caseinato de cálcio, podendo conseqüentemente formar cristais de cálcio (fosfato de cálcio) insolúveis no queijo processado (KALAB, 1993).

Durante o processamento do queijo para obtenção de queijo processado a rede tridimensional de paracaseinato de cálcio do queijo natural é parcialmente desintegrada, formando uma dispersão de paracaseinato de sódio (sol). A conformação da molécula é aberta, carregada e reativa, com boas propriedades emulsificantes e para ligar água. Portanto, as moléculas de paracaseinato contribuem para emulsificação revestindo a superfície das gotículas de gordura livre dispersas e simultaneamente ligando e imobilizando uma grande quantidade de água livre. As soro-proteínas mostram propriedades conformacional e funcional similar as caseínas, após serem desnaturadas térmicamente. Assim, durante o processamento, uma emulsão óleo-em-água é formada e interações proteína-proteína são desenvolvidas na fase aquosa. Estas interações são responsáveis pela formação de uma nova matriz (gelificação) durante o resfriamento. Todas as

mudanças mencionadas são caracterizadas pelo termo cremificação (“creaming”), resultando em um aumento da viscosidade com o tempo, durante o processamento (DIMITRELI; THOMAREIS, 2004).

Estudos de microestrutura mostram que no início do processo de aquecimento as proteínas estão, na sua maioria, na forma de partículas individuais. Entretanto, há pequenas regiões de estrutura protéica firmemente unida. Logo após o início do aquecimento a desintegração das proteínas ocorre resultando em uma “apenas observável” fase protéica. Com o passar do tempo de aquecimento as proteínas formam uma estrutura como rede com uma forte interação proteína-proteína. A progressiva mudança na estrutura da proteína do queijo processado durante o processamento envolve as seguintes etapas: durante o estágio inicial de aquecimento as proteínas (mais especificamente as caseínas) são dispersas em pequenas unidades de proteína (possivelmente a nível de submicelas) devido a ação dos sais emulsificantes auxiliado pela ação mecânica da máquina de cozimento (“cooker”). As pontes cálcio-fosfato que mantinham as unidades de proteína juntas são quebradas, permitindo a dissociação das unidades de proteína. A quelação do cálcio e reações de troca de íons que resultam da interação sais emulsificantes-proteínas também aumentam a hidratação das proteínas. A expansão das unidades de proteína resulta em um aumento no volume da fase dispersa, no desdobramento das proteínas e no espalhamento. Pode ser considerado que o desdobramento das moléculas de proteína, entrando em outros “territórios”, aumenta as interações proteína-proteína. A estrutura desenvolvida devido a tais enlaçamentos molecular das cadeias de proteína possivelmente contribui para o inicial aumento na viscosidade. Com o aquecimento progressivo, as interações proteína-proteína, provavelmente similares àquelas da desnaturação das proteínas globulares e gelificação das proteínas, controlam o aumento da viscosidade resultando na dispersão das unidades de proteína e reassociação para formar uma rede. O aquecimento permite que as proteínas assumam estruturas intermediárias cruciais para as interações proteína-proteína. Entre outras interações, agrupamentos intermoleculares destas estruturas intermediárias (via exposição de grupos não-polares) levam à reassociação das unidades de proteína, as quais refletem no

observado aumento da viscosidade. Esta proposta dissociação das proteínas é seguida por uma reassociação das proteínas. Com o prolongado aquecimento, as contínuas interações proteína-proteína superam as interações proteína-gordura e proteína-água. A separação de água e gordura é dependente da composição do queijo processado bem como das condições de aquecimento (tais como, velocidade de aquecimento, tempo de aquecimento). A separação de gordura e água é comumente associada à super-cremificação do queijo processado (LEE et al., 2003).

A microscopia eletrônica pode registrar diferenças na ultraestrutura da matriz protéica em vários queijos processados. Alguns queijos processados contêm minúsculos cordões de proteínas, enquanto outros consistem de proteínas na forma de minúsculas partículas individuais. Cristais de sais emulsificantes aparecem como marcas ou fendas ou agulhas e cristais de fosfato de cálcio aparecem como agregados (KALAB, 1993).

Durante o resfriamento de queijos processados, a massa homogênea, fundida, viscosa endurece para formar um corpo característico, o qual dependendo da formulação, condições de processamento, taxa de resfriamento, pode variar de firme e fatiável a semi-mole e espalhável. Fatores que contribuem para formação da estrutura durante o resfriamento incluem a solidificação da gordura e interações proteína-proteína, as quais resultam na formação de uma nova matriz. Os glóbulos de gordura recentemente emulsificados tornam-se uma parte integrante da matriz devido à interação com a matriz de paracaseinato. Os glóbulos de gordura estão uniformemente distribuídos na matriz protéica e seu tamanho varia com o grau de emulsificação, o que é regulado pela formulação e condições de processamento. O tamanho do glóbulo de gordura é importante, influencia a firmeza do produto final e a habilidade da gordura para tornar-se livre e contribuir para a saída de óleo (“oiling-off”) quando o queijo processado é aquecido. Geralmente, para uma dada formulação, a redução no diâmetro médio do glóbulo de gordura emulsificado resulta em queijos processados que são firmes e exibem uma baixa tendência à saída de óleo e pobre fluxobildade (capacidade de um líquido ou de partículas sólidas soltas se moverem em fluxo) sob aquecimento. Aumentando o tempo de processamento para uma dada formulação

resulta em um produto final mais firme, elástico e menos fluído. Isto reflete a diminuição no diâmetro médio do glóbulo de gordura e o nível de hidratação da paracaseína (ou alternativamente no aumento na agregação protéica) sobre prolongada manutenção da mistura fundida a uma alta temperatura. O grau de hidratação da paracaseína no queijo é o principal fator influenciando a reologia e a funcionalidade sob aquecimento (FOX et al., 2000).

A estrutura corpuscular de produtos cremosos sugere que uma boa espalhabilidade se deve a uma matriz não compacta e rígida a qual teria que ser desarranjada para ser espalhável. O conteúdo de umidade é também um fator que contribui para espalhabilidade de produtos cremosos: alto conteúdo de umidade significa um grande volume de fase aquosa com partículas de proteína e glóbulos de gordura acumulados não tão densamente como em um produto com baixa umidade. Isto facilita a mobilidade dos constituintes corpusculares (KALAB; MODLER, 1985).

A dimensão dos glóbulos de gordura é indicativo da extensão da emulsificação. A dimensão dos glóbulos de gordura diminui com o aumento da emulsificação. Também a microestrutura da matriz protéica é indicativo da extensão da emulsificação, durante a qual a caseína primeiramente se desagrega e subseqüentemente forma estruturas como cordões (CARIC et. al., 1985).

MARCHESSEAU et al. (1997) observaram que durante a produção de queijo processado, valores de pH entre 5,7-6,0 produzem uma rede tridimensional regular a qual aprisiona as esféricas partículas de gordura. Nesta faixa de pH as forças responsáveis pela coesão do gel parecem ser ligações não-covalentes (ligações de hidrogênio, hidrofóbicas e interações eletrostáticas), as quais aumentam a elasticidade do gel.

Interações hidrofóbicas assumem particular importância em queijo processado, bem como os componentes protéicos, podendo-se esperar que especial estrutura e viscosidade estejam presentes em temperaturas acima de aproximadamente 114°C. Nesta temperatura interações hidrofóbicas cessam em sistemas protéicos-aquosos. Isto está de acordo com o que foi observado na produção de queijos processados usando processo UHT: nesta faixa de temperatura a mistura fundida é extremamente fluída devido à ausência de

interações hidrofóbicas intermoleculares. A estrutura dos queijos processados pode somente ser restaurada durante a imediata fase de resfriamento e uma fase adicional de pós-cremificação, quando as interações hidrofóbicas são restabelecidas. A estrutura obtida não é comparável à textura (macia) conseguida sob condições de pasteurização. Além de influências químicas (teor de proteína), a estrutura dos queijos pode mudar através de tratamento mecânico e térmico. Um queijo jovem é estável diante de tratamento térmico e mecânico, portanto queijo processado com consistência espalhável e elástica é adquirida quando material jovem é usado para produção de queijo processado. Sob fortes forças mecânica e térmica a longa estrutura do queijo processado pode ser encurtada sem nenhuma degradação química (ROTHMANN, 2000).

Sais emulsificantes não dissolvidos (insolúveis) ou em quantidade excessiva podem aparecer como uma fenda ou cristais na forma de agulha na matriz protéica (MISTRY; ANDERSON, 1993). A presença de grandes quantidades de cristais de sais emulsificantes indica que tais cristais não dissolvidos não participaram no processo de emulsificação e que a concentração de tais agentes emulsificantes deve ser reduzida (CARIC, et al. 1985).

Espaços vazios na matriz protéica indicam a presença inicial de partículas de gordura e seus agregados na amostra, que foram extraídos da amostra durante a preparação da mesma para SEM (TAMIME et al., 1990). Segundo ADHIKARI (1993), numerosos pequenos “vazios” foram encontrados ao longo da matriz protéica produzindo uma típica estrutura como um “favo de mel”.

MISTRY; ANDERSON (1993) citam que em queijo processado pasteurizado com baixo teor de gordura “low fat” a matriz protéica aparece irregular, mas devido aos sais emulsificantes os glóbulos de gordura permanecem uniformes na forma e estão em grande número de pequenos glóbulos. Após a extração da gordura com solvente a matriz protéica apresenta espaços abertos de várias formas e tamanhos, representando os glóbulos de gordura. Quanto maior o conteúdo de gordura, maior o número de espaços abertos vazios. Os tamanhos e formas dos glóbulos de gordura são variáveis produzindo uma estrutura como esponja. O queijo processado com baixo teor de gordura apresenta uma rede protéica compacta.

PAL (2001) observou que queijo processado de caseína ácida com adição de proteínas do soro não exibe nenhuma estrutura física anormal ou mudança estrutural e o produto fica bem emulsionado com glóbulos de gordura uniformes, de pequeno tamanho e espaçados.

A função do WPC no queijo processado espalhável (“spread”) pode ser explicada pela sua desnaturação térmica e capacidade emulsificante. Durante o processamento as proteínas do soro estão sujeitas a desnaturação, podendo ligar mais água e aumentar a viscosidade do produto. A presença de sais emulsificantes na mistura durante o processamento pode afetar a desnaturação térmica. Por outro lado, WPC pode aumentar a emulsificação dos glóbulos de gordura, e também aumentar a viscosidade (EL-SALAM et al., 1997).

2.8 ELETROFORESE

Desde 1966, quando foi utilizada a eletroforese em gel de poliacrilamida (PAGE) para queijos, o método tem sido aperfeiçoado e utilizado extensivamente pela maioria dos pesquisadores juntamente com outros métodos eletroforéticos. Apesar da multiplicidade de métodos, PAGE tem permanecido como uma técnica muito conveniente devido à sua relativa simplicidade (GRAPPIN et al., 1985).

Eletroforese em gel de poliacrilamida é uma excelente ferramenta para identificar as proteínas do leite, porque as proteínas podem ser separadas de acordo com seu tamanho ou carga elétrica. As 4 caseínas que compõem a micela de caseína (CN) têm um peso molecular similar (19000 a 25230) e distintas diferenças na sua seqüência de aminoácidos e no seu grau de fosforilação (1, 5, 8 e 9, e 10 a 13 grupos fosfatos por molécula para κ -CN, β -CN, α s1-CN e α s2-CN, respectivamente). A eletroforese PAGE alcalina usa a diferença na carga em relação à massa para resolver as caseínas individualmente. A incorporação de uréia dentro das amostras e o uso de 7% de acrilamida no gel permite a separação da maioria das caseínas. A separação eletroforética das proteínas do soro geralmente requer a PAGE alcalina nativa (sem uréia), porque o uso da uréia resulta em manchas e não resolução das proteínas do soro, e pobre resolução da

α -La que aparece juntamente com a α s1-CN e da β -Lg que aparece com a β -CN (VAN HEKKEN, 1992).

Baseado na composição e na seqüência de aminoácidos e genótipos, as 4 frações da caseína α s1, α s2, β e κ -CN ocorrem aproximadamente na proporção: 3/1/3/1. Em adição as suas variantes genéticas, estas caseínas diferenciam-se em cada fração de acordo com o seu grau de fosforilação e conteúdo de açúcar. O grupo α s1 é uma mistura de α s0 e α s1; o grupo α s2 é composto de 5 proteínas (α s2, α s3, α s4, α s6 e α s5; α s5 é um dímero de α s3 e α s4). A β -CN sob a ação de proteases, especialmente a plasmina, produz três componentes chamados γ -CNs (γ 1, γ 2 (TS ou S), γ 3 (R ou TS-B). As κ -CNs, existem como 7 diferentes formas (κ 1 a κ 7), de acordo com o seu conteúdo de glicosídeo (GRAPPIN et al., 1985).

A paracaseína, a qual constitui a matriz dos queijos, representa aproximadamente 99% das proteínas na maioria dos queijos. As proteínas do soro representam 18% das proteínas nos queijos fabricados de leite UF e somente 1% no queijo tradicional (GRAPPIN et al., 1985).

A plasmina é bastante termoestável, é parcialmente inativada pelo aquecimento a 72°C/15 seg., mas sua atividade no leite aumenta após a pasteurização, provavelmente devido à inativação de inibidores da plasmina. Ela sobrevive à esterilização UHT e é inativada pelo aquecimento a 80°C/10 min. em pH 6,8. A β -CN é a proteína do leite mais suscetível à ação da plasmina e é rapidamente hidrolisada, produzindo γ 1, γ 2 e γ 3. A β -Lg, especialmente quando desnaturada, inibe a plasmina, provavelmente via interação sulfidrila – dissulfídica (FOX; McSWEENEY, 1998). Plasmina/plasminogênio são considerados menos estáveis do que lipases ou proteinases bacterianas; redução de 90% da sua atividade requer de 6 a 15 seg. nas temperaturas de 110 a 140°C (ROLLEMA; POLL, 1986 apud NIEUWENHUIJSE, 1995). A taxa de inativação é fortemente dependente da temperatura acima de 100°C. A atividade em leite concentrado esterilizado – UHT depende não somente da intensidade da esterilização, mas também do pré-aquecimento (de KONING et al., 1985 apud NIEUWENHUIJSE, 1995).

O aquecimento do leite integral a 72°C não muda significativamente a mobilidade das proteínas em géis SDS-PAGE em relação ao leite cru, mas aquecimentos de 87°C/2,5 a 60 min. resultam em aumento dependente do tempo de componentes de alto peso molecular, alguns dos quais nem entram no gel, devido à ligações dissulfídicas entre as proteínas do soro e as caseínas (KIM; JIMENEZ-FLORES, 1995).

Além da plasmina, maior protease do leite, outra proteinase, identificada como proteinase ácida, associada com caseína tem sido identificada no leite e em precipitado ácido de caseína. Além destas proteinases, o leite pode conter proteinases provenientes de microrganismos, especialmente bactérias psicrotróficas, as quais crescem durante a estocagem do leite em baixas temperaturas, e suas enzimas podem resistir ao tratamento térmico (GRAPPIN et al., 1985). Estas proteinases provenientes de certas espécies de bactérias psicrotróficas podem hidrolisar a α_{S1} -CN, formando o peptídeo α_{S1} - I CN.

A presença da fração α_{S1} - I CN em amostras de requeijão cremoso tradicional, o que pode ser atribuída à ação das proteinases do leite (plasmina) ou microrganismos que poderiam atuar hidrolisando a α_{S1} -CN, originando a α_{S1} - I CN, foi observada por SILVA (2003). SILVA (2003) também observou em amostras de requeijão cremoso light que as proteínas do soro presentes no substituto de gordura (WPC) podem atuar como material de enchimento que dilui o substrato de caseína e, portanto, acabam dificultando a proteólise.

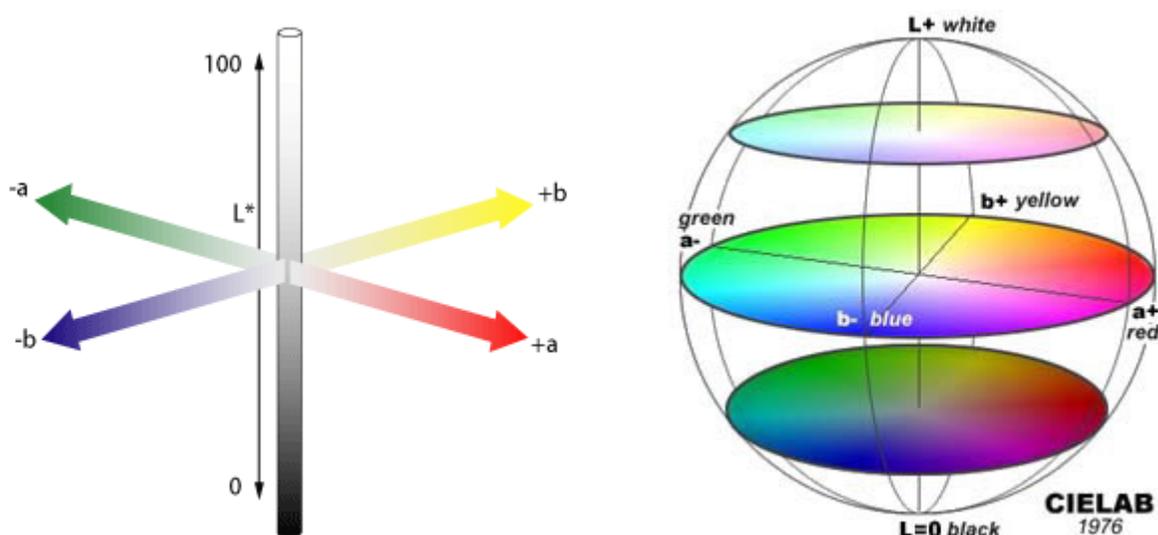
2.9 COR

A cor é um fator importante na avaliação da qualidade de um alimento e é dependente de três fatores: da luz incidente, do objeto que reflete ou transmite essa luz e da visão do observador (CHEFTEL et al., 1989). A cor pode ser avaliada subjetivamente, através da análise sensorial ou por medidas objetivas, pela análise instrumental usando escalas de cor para determinar a cor e a diferença de cor dos produtos (MABON, 1993).

A medida de cor é um parâmetro objetivo usado, entre outras aplicações,

como um índice de qualidade para o alimento cru ou processado, para determinações da qualidade do alimento e determinadas especificações, ou para a avaliação de mudanças na qualidade em consequência de processamentos, armazenamento ou outros fatores (GIESE, 2000).

Diversos métodos foram desenvolvidos para a análise da cor, mas o sistema CIELab é o que apresenta hoje em dia uma aceitação elevada pois é o mais indicativo da percepção sensorial (ALONSO et al, 2005). Este sistema mede o grau de luminosidade (L^*) que varia de 0 (preto) a 100 (branco), cromaticidade vermelha/verde ($\pm a^*$) e cromaticidade amarela/azul ($\pm b^*$). A cor pode ser representada no sistema de coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*).



(A) Sistema de cor – CIELAB

(B) Modelo de cor - CIELAB

Figura 3: Sistema de cor – CIELAB (A) e Modelo de cor – CIELAB (B) (CIELAB).

Resultados de estudos mostraram que os valores de cor CIELab podem ser aplicados para caracterizar reações de escurecimento em tratamentos térmicos do leite de soja e utilizados como indicador da severidade destes tratamentos (KWOK, 1999).

A adição de corantes é permitida na fabricação de queijos fundidos. De

acordo com o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón (BRASIL, 1997), diversos corantes são permitidos: carotenóides naturais (Beta caroteno, bixina, norbixina, urucum, annato, rocu), beta caroteno sintético idêntico ao natural, clorofila, clorofilina, clorofila cúprica, sais de sódio e potássio, peróxido de benzoila, riboflavina, carmim, vermelho de beterraba, dióxido de titânio (BRASIL, 1997b). Quando se utiliza corante na formulação, a cor do produto é dependente do corante utilizado.

Entretanto, independente do uso de corantes, vários fatores relacionados com as matérias-primas e processamento podem alterar a cor dos queijos fundidos, que varia do creme ao branco. Por exemplo, a variação da cor do queijo natural devido à sazonalidade; o grau de dispersão da gordura; o tipo de sal emulsificante (ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

Um defeito de coloração do queijo, com o produto apresentando-se amarronzado, pode ser proveniente da reação de Maillard, que envolve os grupamentos amino das proteínas e os açúcares redutores, com formação de pigmentos coloridos e compostos aromáticos (MEYER, 1973). Segundo THOMAS (1977) apud RAPACCI (1997), a reação de Maillard é mais pronunciada em queijos fundidos cremosos do que em bloco. Isso ocorre porque o tempo e a temperatura de cozimento da massa do queijo cremoso (90°C/8-15 min.) é maior que a temperatura do queijo em bloco (80°C/6-8 min.). Além disso, o teor de umidade é maior no queijo cremoso. Outro fator que contribui para o desenvolvimento da reação de Maillard em queijos fundidos cremosos é o pH que varia de 5,8 a 6,0 contra 5,5 a 5,6 no queijo fundido em bloco.

GIGANTE (1998) estudando o efeito do pH de ultrafiltração, adição de CPS (concentrado protéico de soro) e tipo de sal emulsificante na cor de requeijão cremoso obtido por ultrafiltração verificou que os valores para cor amarela (b^*) variaram entre 12,75 e 16,99; que a cor amarela característica do requeijão cremoso foi significativamente influenciada pela % EST e %GES do produto, e pelo tipo de sal emulsificante utilizado. Quando foi adicionado CPS de forma a aumentar em 50% a relação proteínas do soro/caseínas (PS/CAS), obteve-se um produto ligeiramente mais amarelo (aumento de 4% no valor de b^* em pH 5,7), porém quando foi adicionado CPS para aumentar em mais 50% a relação PS/CAS

o produto tornou-se ligeiramente menos amarelo no pH 5,7 (redução de 2% no valor de b^*).

Segundo MEYER (1973) e FURTADO; LOURENÇO NETO (1994), escurecimento por reação de Maillard ou caramelização são defeitos comuns quando do uso de condições não adequadas de processamento ou de matéria-prima com muita lactose; ou provenientes da adição de CPS que, segundo MORR (1979), contém níveis variáveis de off-flavor e cor.

KRISTENSEN et al. (2001) avaliaram os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) em queijo processado estocados por um ano em 5, 20 e 37°C, expostos à luz ou protegidos da luz, observando que o valor L^* do queijo processado diminuiu numericamente em todas as temperaturas de estocagem e significativamente em 37°C. A temperatura influenciou o valor L^* , enquanto a exposição à luz mostrou-se sem influência. O valor de a^* foi igualmente dependente da temperatura de estocagem e o aumento mais significativo foi nas amostras estocadas a 37°C. Mudanças no valor de a^* quase não foram notadas nas amostras estocadas a 5°C durante o período de um ano, e para as amostras estocadas a 20°C um aumento no valor de a^* foi observado após a fase lag de diversos meses. O queijo processado estocado no escuro a 5 e 20°C tem um valor de a^* levemente menor que as amostras expostas à luz, enquanto tal efeito não foi observado nas amostras estocadas a 37°C. O valor de b^* também aumentou significativamente nas amostras estocadas a 37°C, entretanto quase nenhum aumento foi observado quando nas amostras estocadas a 5 ou 20°C. A exposição à luz não teve nenhuma influência neste componente da cor (b^*).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Equipamentos e materiais utilizados

- Tanque pasteurizador de camisa dupla.
- Prensa pneumática.
- Máquina homogeneizadora-trituradora Stephan UMM-SK 40 E.
- Máquina de fechar copos a vácuo Rojek (tampa abre-fácil).
- Sistema de ultrapasteurização e envase asséptico composto de: trocador de calor tubular, tanque asséptico e envase asséptico Tetra Brik Asseptic – TBA 9.
- Copos de vidro, tampas do tipo “abre-fácil”.
- Equipamentos comumente usados em laboratório de análises físico-químicas: banho-maria, balanças analítica e semi-analítica, potenciômetro, bloco digestor e destilador para proteínas, estufas de secagem, mufla, espectrofotômetro, Texturômetro TA-XT2 e outros.
- Vidrarias comumente usadas em laboratório, volumétricas e calibradas.
- Reagentes de grau e pureza exigidos pelos métodos analíticos.

3.1.2 Matérias-primas

3.1.2.1 Leite

Nos processamentos foi empregado o leite tipo B cru desnatado, resfriado, acondicionado e transportado a granel em latões de 50 litros, proveniente da Cooperativa dos Produtores de Leite da Região de Campinas “CLC”, situada no município de Jaguariúna, no estado de São Paulo. Foram utilizados de 900 - 1100 litros de leite na produção da massa para cada fabricação dos requeijões.

3.1.2.2 Creme de Leite

O creme de leite cru resfriado foi adquirido da Cooperativa dos Produtores de Leite da Região de Campinas “CLC”, situada no município de Jaguariúna, no

estado de São Paulo, e transportado em sacos plásticos a granel, contendo 65% de gordura e 68% de EST, em média.

3.1.3 Coadjuvantes Tecnológicos

- **Ácido láctico -**

O ácido láctico utilizado (0,3%) foi o de padrão alimentar com 85% de pureza, marca Purac, sendo diluído em água destilada (1:10) e adicionado ao leite após o aquecimento do mesmo a 69-70°C.

- **Cloreto de sódio -**

O cloreto de sódio utilizado foi o sal comercial da marca Cisne, procedente da Refinaria Nacional de Sal S.A. Foi adicionado 1,5% de NaCl em relação à massa básica, em cada fabricação do requeijão cremoso tradicional (copo) e requeijão cremoso UHT e 2,0 % na fabricação do requeijão cremoso light (copo) e requeijão cremoso light UHT.

- **Sal Fundente -**

O sal fundente empregado nos processamentos foi um sal emulsificante à base de polifosfatos (JOHA S9). Foi adicionado 2,5% de JOHA S9 em relação à massa básica, em cada fabricação do requeijão cremoso tradicional (copo) e requeijão cremoso UHT e 1,8% na fabricação do requeijão cremoso light (copo) e requeijão cremoso light UHT.

- **Concentrado de Proteína de Soro (WPC) –**

O concentrado de soro utilizado foi o WPC-34 (Thermax™ - whey protein concentrate), fornecido pela U. S. Dairy Export Council (USDEC), marca Glanbia. Foi adicionado 2% de WPC em relação à massa básica, na fabricação do requeijão cremoso light (copo) e 0,8 % na fabricação do requeijão cremoso light UHT.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Elaboração dos Requeijões

O trabalho experimental foi realizado no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Laticínios (TECNOLAT), do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em Campinas.

Os trabalhos práticos realizados em usina piloto foram divididos em duas etapas:

- Primeira: obtenção do requeijão cremoso tradicional (copo) e requeijão cremoso UHT (longa vida), em três repetições. Os produtos obtidos foram submetidos a análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais.
- Segunda: testes preliminares para determinação da formulação do requeijão cremoso light UHT. Obtenção do requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT, em três repetições e análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais.

3.2.2 Tecnologia de fabricação

3.2.2.1 Preparo da Massa básica por Acidificação direta a quente

A técnica para preparo da massa básica obedeceu à tecnologia tradicional, conforme metodologia descrita por FERNANDES (1981c). Fez-se a precipitação do leite tipo B desnatado aquecido a 69-70°C, adicionado de 0,3% de ácido láctico diluído 1:10 em água filtrada (Figura 4 A). Agitou-se e deixou-se em repouso por 10 minutos para firmar a massa (Figura 4 B). Em seguida a massa foi dessorada, lavada (Figura 4C), enformada e prensada em prensa pneumática por aproximadamente 30 minutos de cada lado, utilizando-se a pressão de 2,5-3,0 kgf/cm².



(A)
Coagulação do Leite a quente com
ácido láctico



(B)
Precipitação das proteínas,
separação do soro



(C)
Lavagem da massa básica



(D)
Prensagem da massa básica

Figura 4: Preparação da massa básica: Coagulação do Leite a quente com ácido láctico (A), precipitação das proteínas/separação do soro (B), lavagem da massa básica (C), prensagem da massa básica (D).

3.2.2.2 Processo de fabricação dos requeijões cremosos

EXPERIMENTOS PRELIMINARES

Inicialmente para a primeira etapa de obtenção do requeijão cremoso tradicional (copo) e requeijão cremoso longa vida (UHT) utilizou-se massa básica obtida pela precipitação de leite integral a quente (80-82°C) com adição de ácido láctico, e a mesma foi lavada apenas uma vez com água destilada. O uso de leite integral proporciona uma massa menos ressecada e dura facilitando o corte manual anterior à trituração. Porém quando tal massa básica (pH 5,49) foi utilizada no processamento de requeijão cremoso UHT, o requeijão não resistiu à temperatura de esterilização, coagulando dentro do trocador de calor, ou seja, ocorreu a precipitação das proteínas devido ao efeito do calor e acidez. Portanto para a produção da massa básica passou-se a utilizar leite desnatado, o que possibilita o uso de uma menor temperatura de precipitação do leite (69-70°C) para obtenção de características adequadas da massa. Determinou-se que a massa básica deveria ser lavada diversas vezes com água destilada obtendo-se um pH da massa próximo de 6,0. A excessiva lavagem da massa se faz necessária para diminuir a acidez do produto visando melhorar a estabilidade das proteínas durante o aquecimento no processo de esterilização (UHT). Também visando melhorar a estabilidade das proteínas frente ao calor nesta etapa foi utilizada a quantidade de sal fundente de 2,5% em relação à massa básica, mesma quantidade foi utilizada por SILVA (2003) para requeijões cremosos tradicionais acondicionados em copos.

Na segunda etapa foram realizados diversos testes preliminares para definir a formulação dos requeijões cremosos light (copo) e light UHT, utilizando-se substitutos de gordura. Nesta etapa surgiram várias dificuldades em relação ao substituto de gordura, que deve ser derivado lácteo, caso contrário o produto final não pode ser denominado de requeijão cremoso, de acordo com a legislação vigente. Desta forma testou-se um produto à base de concentrado de proteína de soro (WPC 34%), porém não havia informações de que o mesmo resistiria à

temperatura de esterilização (UHT). Testou-se uma formulação obtida anteriormente para o requeijão cremoso light (copo), com 2% de WPC e 1,8% de Joha S9 em relação à massa básica, descrita por SILVA (2003). Apesar do requeijão cremoso tradicional (copo) ficar com as características desejadas de textura e aparência, tal formulação não resistiu à temperatura de esterilização, precipitando e dando coloração de queimado dentro do trocador de calor. Considerando tal fato, definiu-se testar quantidades menores de WPC 34% (0,5 e 0,8%) em substituição parcial da gordura. Na formulação testada utilizando-se 0,5% de WPC, tanto o requeijão cremoso light (copo) quanto o requeijão cremoso light UHT apresentaram-se extremamente firmes e sem a textura elástica desejada, o que indicaria que o substituto de gordura encontrava-se numa quantidade insuficiente para realizar o efeito desejado. Obteve-se um bom resultado para o requeijão cremoso light UHT preparado com 0,8% de WPC 34%, porém o requeijão cremoso light (copo) ainda apresentou uma textura consistente e extremamente adesiva, o que poderá ser observado através das análises de perfil de textura (P6). Portanto, definiu-se para os demais processamentos de requeijão light (P7 e P8) as seguintes quantidades de WPC 34%: 2,0% para o requeijão cremoso light (copo) e 0,8% para o requeijão cremoso light UHT, de forma a obter produtos com as características desejadas.

FABRICAÇÃO DOS REQUEIJÕES

Após a realização das análises físicas e químicas necessárias (pH, EST e gordura) da massa básica e do creme de leite, foram feitos os cálculos das quantidades de água e de gordura a serem adicionadas para obtenção do requeijão cremoso tradicional e UHT contendo aproximadamente 60% de gordura no extrato seco (GES) e 37% de extrato seco total (EST), e para obtenção do requeijão cremoso light e light UHT contendo aproximadamente 30% de gordura no extrato seco (GES) e 33% de extrato seco total (EST). A massa básica foi triturada e misturada a frio por um minuto com o sal fundente e o NaCl, sendo a seguir adicionados o creme de leite e a água. A mistura dos ingredientes à massa, o processo de fusão, o primeiro cozimento dos requeijões e o segundo cozimento

do requeijão cremoso (copo) e requeijão cremoso light (copo) foram efetuados em uma máquina homogeneizadora-trituradora Stephan UMM-SK 40 E.

O requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT após o primeiro cozimento foram submetidos ao processo de esterilização UHT em um sistema de ultrapasteurização e envase asséptico composto de: trocador de calor tubular, tanque asséptico e envase asséptico Tetra Brik Asseptic – TBA 9. Os fluxogramas apresentados nas Figuras 5 e 6 mostram o processo de fabricação dos requeijões cremosos tradicional e light (copo) e dos requeijões cremosos UHT e light UHT (longa vida), todos a partir de massa obtida por acidificação direta a quente de leite desnatado. Etapas de fabricação dos requeijões podem ser observadas nas Figuras 5, 6 e 7.

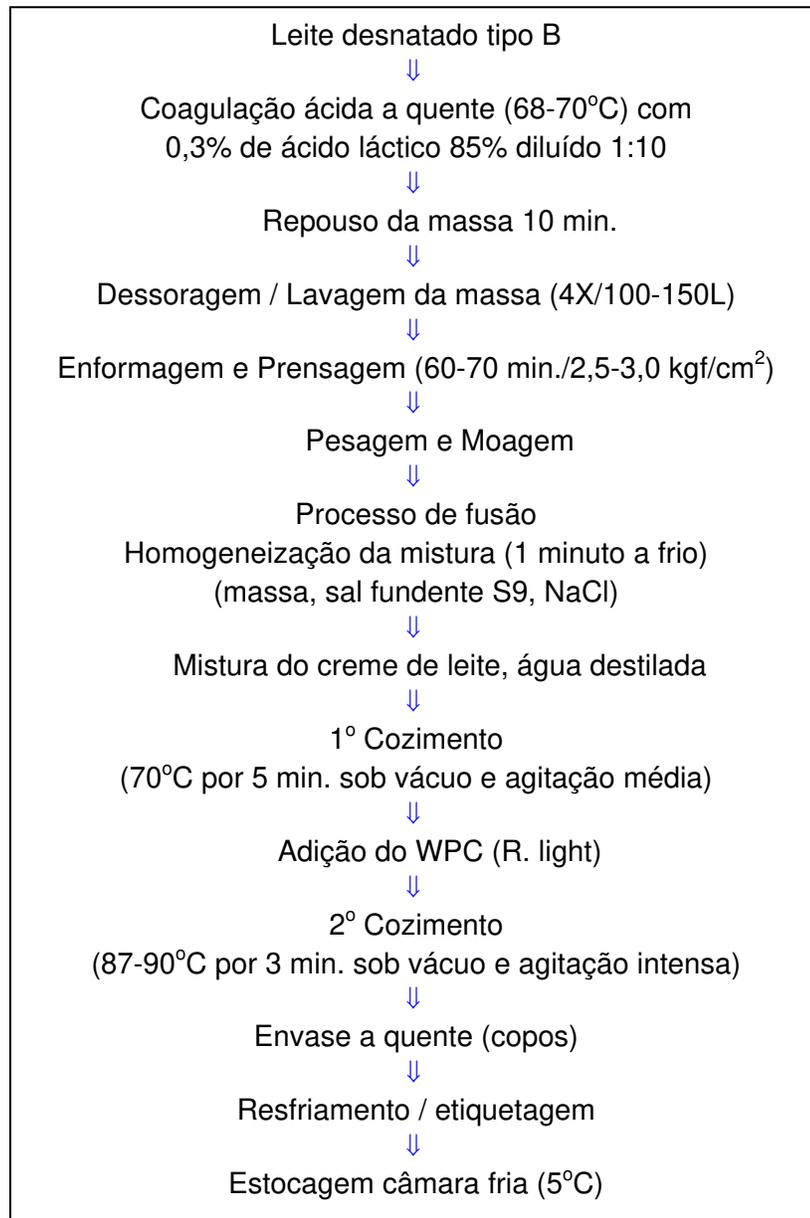


Figura 5: Fluxograma do procedimento de fabricação do requeijão cremoso e requeijão cremoso light (copo) com massa obtida por acidificação direta a quente.

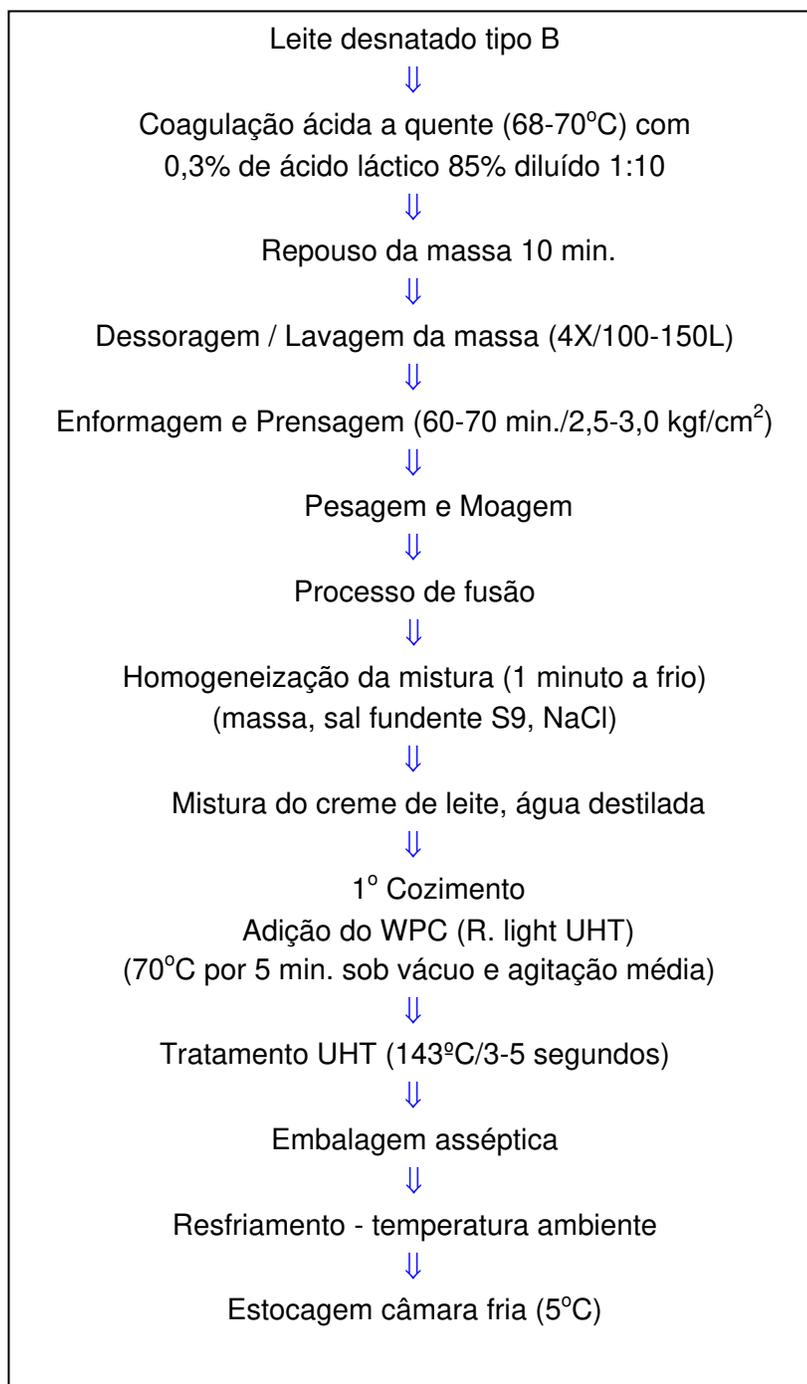


Figura 6: Fluxograma do procedimento de fabricação do requeijão cremoso UHT (longa vida) e requeijão cremoso light UHT com massa obtida por acidificação direta a quente.



(A)
Mistura dos ingredientes
(Massa, NaCl, Joha S9)



(B)
Mistura dos ingredientes
(Creme, água)



(C)
Fechamento dos copos
Sistema vácuo com
tampa abre fácil –
Máquina Rojek



(D)
Tanque de equilíbrio
Esterilizador tubular



(E)
Tanque asséptico pós
esterilização



(F)
Embalagem asséptica
longa vida (UHT)

Figura 7: Etapas da fabricação dos queijos: Mistura dos ingredientes – Massa básica, sal fundente Joha S9, NaCl (A), creme de leite e água (B); Fechamento dos copos (C); Tanque de equilíbrio e sistema de esterilização tubular UHT (D); Tanque asséptico pós-esterilização (E); Embalagem asséptica UHT (F).

3.2.2.3 Cálculo das formulações

Foi utilizado na fabricação dos requeijões o creme de leite com 65% de gordura e 68% de EST, em média. Foram feitos os cálculos para a obtenção de um requeijão com 60% de GES e 37% de EST (requeijão cremoso tradicional e UHT), e 30% de GES e 33% de EST (requeijão cremoso light e light UHT). As quantidades de creme de leite e água adicionadas na fabricação dos requeijões cremosos seguiram os cálculos citados por FERNANDES (1981):

a) Cálculo da Quantidade de creme a ser adicionado à massa no processo de fusão ($G_c = ESC$):

$$GES = \frac{(GM + GC) 100}{ESM + ESC}$$

Onde: GES = gordura no extrato seco do requeijão (60% ou 30%)
GM = quantidade de gordura na mistura (massa + sais) (kg)
GC = quantidade de gordura no creme (kg)
ESM = extrato seco da mistura (kg)
ESC = extrato seco do creme (kg)

Obteve-se através da fórmula acima a quantidade de gordura acrescentada. Sabendo-se o teor de gordura no creme de leite utilizado, através de uma regra de três calculou-se a quantidade de creme que foi acrescentada.

b) Cálculo da quantidade de água a ser adicionada no momento da fusão

Para um requeijão com 37% ou 33% de EST, tem-se:

100 kg produto – 37 kg ou 33 kg EST

x kg produto - ESM kg EST

x = P kg de produto

Peso da água acrescentada (kg) = Peso final produto (P kg) – Peso matéria-prima (massa, sais e creme).

Os cálculos foram realizados e de acordo com as quantidades estipuladas de sal fundente, sal (NaCl) e WPC, conforme descrito no item 3.1.3. Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as quantidades de matéria-prima e ingredientes utilizadas em todos os processos de fabricação dos requeijões.

Tabela 3: Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso (copo) e requeijão cremoso UHT (Processamentos 3, 4 e 5).

Processamentos	Processamento 3	Processamento 4	Processamento 5
Ingredientes			
Massa básica (kg)	8,0	8,0	8,0
Sal fundente (kg)	0,20	0,20	0,20
NaCl (kg)	0,12	0,12	0,12
Creme de leite (kg)	5,97	7,11	7,94
Água (kg)	5,12	6,27	3,92

Tabela 4: Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light (copo) e requeijão cremoso light UHT (Processamentos 6, 7 e 8).

Processamentos	P 6	P 6	P 7	P 7	P 8	P 8
	R. Light					
Ingredientes	copo	UHT	copo	UHT	copo	UHT
Massa básica (kg)	12,64	10,0	8,8	10,0	8,9	8,0
Sal fundente (kg)	0,227	0,180	0,158	0,180	0,160	0,144
NaCl (kg)	0,253	0,200	0,176	0,200	0,178	0,160
Creme de leite (kg)	3,24	2,57	2,34	2,58	2,04	1,78
WPC (kg)	0,101	0,080	0,176	0,080	0,178	0,064
Água (kg)	6,57	5,19	3,78	3,97	2,97	2,41

3.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

3.3.1 Procedimento de Amostragem

O leite cru desnatado utilizado nas fabricações das massas básicas foi misturado no tanque de coagulação e quando a temperatura atingiu 20°C foram retiradas amostras em frascos de vidro para análises físico-químicas. Quando a temperatura do leite atingiu 69-70° C, imediatamente antes da coagulação, foram retiradas amostras em frascos de vidro para análises microbiológicas. Amostras de creme de leite foram retiradas antes da pesagem do mesmo para utilização na fabricação dos requeijões. Durante o processo de dessoragem da massa foram coletadas amostras do soro em frascos de vidro para análises físico-químicas. A massa foi prensada, triturada, misturada e homogeneizada. Logo após foram coletadas amostras das massas em frascos de vidro para as análises físico-químicas e em embalagens plásticas estéreis para as análises microbiológicas.

As primeiras amostras de requeijão cremoso (copo) e requeijão cremoso light (copo) foram coletadas após 1 dia de armazenamento em câmara fria à temperatura de 5°C. Três copos de requeijão cremoso e requeijão cremoso light foram utilizados para análises microbiológicas e três copos foram misturados em um frasco de vidro para obter uma amostra composta utilizada nas análises físico-químicas. Três copos de cada requeijão (requeijão cremoso e requeijão cremoso light) foram avaliados durante o período de estocagem (45 e 90 dias) para acompanhamento da evolução microbiológica dos mesmos. Para análise do perfil de textura foram avaliados três copos de requeijão cremoso e requeijão cremoso light estocados a 5°C após 1, 30, 60 e 90 dias. A ocorrência de oxidação lipídica das amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT com 1 dia e durante a estocagem (30, 60, 90, 120, 135,150, 165 e 180 dias) a 5 e 25°C, foi acompanhada por meio da análise espectrofotométrica usando o Índice de Oxidação – Método de TBA (Ácido 2-Tiobarbitúrico). Amostras dos requeijões (requeijão cremoso e requeijão cremoso light e requeijão cremoso UHT e light UHT) foram utilizadas após 15 dias de estocagem para Teste de Aceitabilidade e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

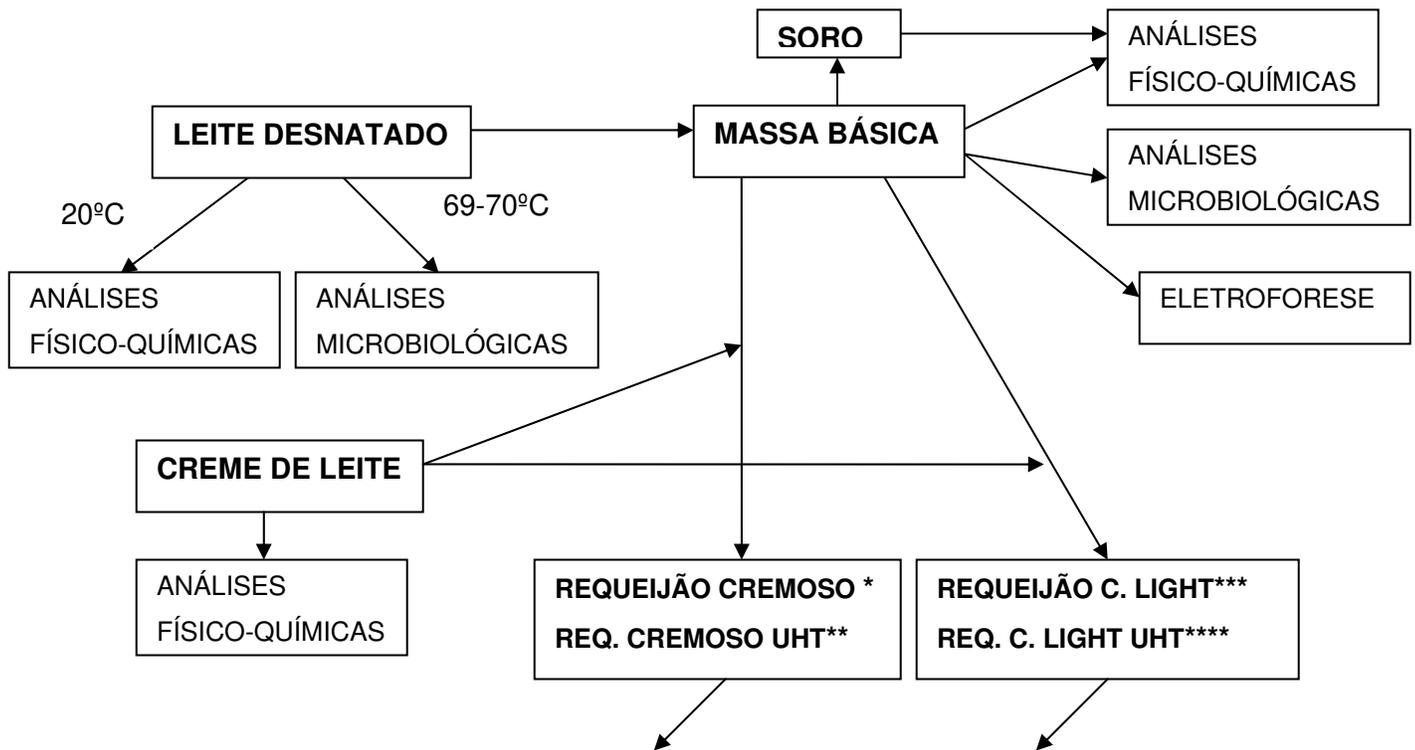
O requeijão cremoso UHT e o requeijão light UHT foram mantidos à temperatura ambiente por 6 a 12 horas e após este período foram estocados a 5°C. Após 1 dia de estocagem foram coletadas 10 embalagens de 125 g para a análise microbiológica, 3 caixinhas para análise do Perfil de Textura, e 3 caixinhas foram misturadas em um frasco de vidro para obter uma amostra composta utilizada nas análises físico-químicas. As amostras de requeijão cremoso UHT e light UHT foram estocadas a 5°C e 25°C. Amostras de requeijão cremoso UHT estocadas a 5 e 25°C foram utilizadas para análises de TBA (1, 30, 60, 90, 120, 135, 150, 165 e 180 dias) e amostras de requeijão cremoso UHT e light UHT estocadas a 5 e 25°C foram utilizadas para análise do Perfil de Textura durante o período de estocagem (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias). Amostras de requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT foram estocadas a 5°, 10°, 25° e 35°C para estudo da vida de prateleira (“shelf-life”) dos requeijões.

Amostras aleatórias de todos os processos de fabricação dos requeijões (requeijão cremoso e requeijão cremoso light, requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT) foram coletadas e submetidas à análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM) para estudo da microestrutura dos requeijões. As amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT foram analisadas entre 50 e 160 dias de estocagem, e as amostras de requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT foram analisadas entre 70 e 150 dias de estocagem.

Amostras de todos os requeijões foram descongeladas a temperatura de geladeira (em torno de 10°C) e submetidas à avaliação instrumental da cor. Aproximadamente 25 mL de cada amostra de requeijão cremoso foram acondicionadas em cápsulas de vidro para análise. As amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso light foram analisadas após 1, 30, 60 e 90 dias de fabricação, e as amostras de requeijão cremoso UHT e light UHT estocadas a 5 e 25°C foram analisadas após 1, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias.

Amostras da massa básica, dos requeijões com 1 dia após o processamento e durante a estocagem do requeijão cremoso e requeijão cremoso light (30, 60 e 90 dias) e durante a estocagem do requeijão cremoso UHT e light UHT (30, 60, 90, 120 e 180 dias) foram submetidas à avaliação do perfil eletroforético das proteínas.

Na Figura 8 é apresentado um fluxograma para facilitar a visualização dos procedimentos de amostragem e das análises efetuadas.



- Análises Físico-químicas (1 dia)
- Análises Microbiológicas*, *** (1, 45 e 90 dias)
- Análises Microbiológicas**, **** (1 dia)
- Lactose*, TBA 5°C* (1, 30, 60 e 90 dias)
- Lactose**, (1, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias)
- TBA 5 e 25°C** (1, 30, 60, 90, 120, 135, 150, 165 e 180 dias)
- Análise Sensorial*, **, ***, **** - Aceitabilidade, ADQ (15 dias)
- Análise Sensorial**, **** - Estudo de vida de prateleira (5, 10, 25 e 35°C) – (15, 30, 60, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180 dias)
- Microscopia Eletrônica (SEM)*, ** (entre 50 e 160 dias)
- Microscopia Eletrônica (SEM)***, **** (entre 70 e 150 dias)
- Eletroforese*, *** (1, 30, 60 e 90 dias)
- Eletroforese**, **** (1, 30, 60, 90, 120 e 180 dias)
- Perfil de Textura (TPA) *, *** (1, 30, 60 e 90 dias)
- Perfil de Textura (TPA) **, **** (5 e 25°C) - (1, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias)
- Cor Instrumental*, *** (1, 30, 60 e 90 dias)
- Cor Instrumental**, **** (5 e 25°C) - (1, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias)

Figura 8: Fluxograma de análises realizadas durante o projeto.

3.3.2 Análises Físicas e Químicas

As análises físicas e químicas do leite desnatado, creme de leite, massa, soro e requeijões foram realizadas de acordo como os métodos oficiais descritos a seguir.

O leite cru desnatado foi avaliado quanto às seguintes características físicas e químicas: pH, acidez titulável, gordura, proteína total, extrato seco total (EST), lactose e cinzas.

O soro foi avaliado quanto ao pH, acidez titulável, gordura, proteína total e EST.

O creme de leite foi analisado quanto ao pH, acidez titulável, teor de gordura e extrato seco total.

As massas obtidas por acidificação direta foram submetidas às seguintes análises físicas e químicas: pH, extrato seco total, proteína total, gordura, lactose e cinzas. Todos os requeijões processados foram submetidos às seguintes análises físicas e químicas: pH, acidez titulável, extrato seco total, gordura, gordura no extrato seco, nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6, nitrogênio não-protéico (ou nitrogênio solúvel em TCA 12%), cloreto de sódio, cinzas, lactose e minerais (cálcio, fósforo, magnésio e sódio). Foi calculado ainda o valor calórico dos requeijões.

Durante o período de estocagem de 90 dias para o requeijão cremoso tradicional e 180 dias para o requeijão cremoso UHT os mesmos foram submetidos às seguintes análises físicas e químicas: pH, lactose e índice de oxidação -TBA (ácido tio-barbitúrico).

3.3.2.1 Metodologias das Análises físico-químicas

- **pH:** Foi determinado por meio de um potenciômetro digital (MICRONAL B-375).
- **Acidez titulável:** A determinação da acidez titulável presente no leite desnatado e soro foi realizada por meio do método de Dornic (NaOH 0,11N),

sendo expressa em graus Dornic (°D). A acidez das massas, do creme de leite e dos requeijões foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, sendo o resultado expresso em porcentagem de ácido láctico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

- **Extrato seco total (EST):** O teor de extrato seco total das amostras de leite desnatado, soro, creme de leite, massa e requeijões foi determinado pelo método de secagem das amostras mais areia tratada até peso constante, em estufa à temperatura entre 102-104°C (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1982).

- **Gordura:** Para determinação do teor de gordura presente nas amostras de leite desnatado e soro foi utilizado o método de Gerber, para as amostras de creme de leite o método de Köehler (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), e para o requeijão cremoso tradicional (copo) e requeijão cremoso UHT foi utilizado o método de Gerber-Van Gulik (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Para a determinação de gordura dos requeijões com baixo teor de gordura “light” foi utilizada uma adaptação do método de Mojonier (SILVA et al., 2002) a partir da metodologia oficial preconizada pela AOAC (1997).

- **Cinzas:** O teor de cinzas das amostras de massa e requeijões foi determinado em mufla regulada para temperatura em torno de $550 \pm 5^\circ\text{C}$ (HORWITZ, 1975).

- **Minerais:** Os teores de cálcio, fósforo, magnésio e sódio das amostras foram determinados em um espectro de emissão-plasma (BAIRD), conforme recomendações de IMO INDUSTRIES INC. ICP. (1990), sendo expresso em mg/100g.

- **Cloreto de sódio:** O teor de sal das amostras de requeijão foi determinado adicionando-se uma quantidade conhecida e em excesso de nitrato de prata para reagir com o NaCl presente na amostra. Em seguida, o excesso de nitrato de prata adicionado foi quantificado por titulação com tiocianato de amônia, e a quantidade de NaCl determinada por diferença (SERRES et al., 1973).

- **Nitrogênio total (NT):** O teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo método oficial Kjeldahl (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1962;1964).
- **Proteína total (Pt):** O teor de proteína total foi calculado multiplicando-se o conteúdo de nitrogênio total pelo fator 6,38.
- **Nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS):** O teor de nitrogênio solúvel das amostras foi determinado pela dosagem do nitrogênio no sobrenadante obtido após precipitação isoelétrica das caseínas utilizando HCl 1,41N (VAKALERIS; PRICE, 1959).
- **Nitrogênio não-protéico ou Nitrogênio solúvel em TCA 12% (NNP):** O teor de nitrogênio não-protéico das amostras foi determinado pela dosagem do nitrogênio do sobrenadante obtido após precipitação da totalidade das proteínas em presença do ácido tricloroacético a 12%, segundo o método de ASCHAFFENBURG; DREWRY (1959).
- **Gordura no extrato seco:** O teor de gordura no extrato seco (GES) foi calculado pela fórmula:
$$\text{GES} = \frac{(\% \text{ de gordura})}{\% \text{ E.S.T.}} \times 100$$
- **Lactose:** O teor de lactose foi determinado de acordo com o método fenol sulfúrico espectrofotométrico de ACTON (1977).
- **Índice de oxidação – Método TBA (Ácido 2-Tiobarbitúrico):**

O requeijão cremoso é um produto com alto teor de gordura o que o torna passível de sofrer oxidação. Para acompanhar a evolução da oxidação lipídica durante o período de estocagem dos requeijões (requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT) foi utilizado o número ou índice de TBA. Também foi avaliado o efeito da temperatura de estocagem (5 e 25°C) na evolução da oxidação do requeijão cremoso UHT. A reação do ácido-2-tiobarbitúrico (TBA) com os produtos

de oxidação de lipídios resulta na formação de um complexo colorido com absorção máxima a 532 nm.

A determinação do índice de TBA das amostras de requeijão cremoso tradicional (copo) e requeijão cremoso UHT foi acompanhada por meio da análise espectrofotométrica usando o método adaptado para requeijão cremoso por VAN DENDER et al. (2002), a partir da metodologia descrita por TARLADGIS (1960) e modificada por KRISTENSEN; SKIBSTED (1999). A fórmula usada para calcular a absorvância por grama de amostra foi deduzida a partir das diluições e da massa de amostra pesada e está representada a seguir:

$$Y = 40,6 \times \frac{S}{M}$$

Onde: S = absorvância média das triplicatas lidas
 Y = absorvância por grama de amostra
 M = massa de amostra pesada (g)

- **Valor calórico:** O valor calórico expresso em kcal por 100 gramas, foi calculado pela fórmula (KALIL, 1975; PASSMORE, et al., 1975 apud SILVA, 2003):

$$V C = (\% Pt \times 4) + (\% Lactose \times 4) + (\% Gordura \times 9)$$

3.3.3 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Laticínios – TecnoLat – ITAL.

As amostras de leite desnatado aquecido a 69-70°C, da massa e do requeijão cremoso tradicional e light (copo) após a fabricação (1 dia) e durante o período de estocagem (45 e 90 dias) foram submetidas às seguintes análises microbiológicas: contagem de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas e termófilas, contagem de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas, bolores e leveduras, coliformes totais e coliformes fecais. As

amostras de requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT foram submetidas ao teste de incubação a 35-37°C durante 7 dias.

Bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas e termófilas: A presença destes microorganismos foi avaliada pelo método de plaqueamento em profundidade com ágar PCA adicionado de 0,1% de amido solúvel. As amostras foram submetidas a tratamento térmico a 80°C durante 15 minutos (mesófilas) e a 100°C durante 10 minutos (termófilas). A incubação das placas foi realizada a 32°C durante 48 horas para as bactérias mesófilas e a 50°C durante 48 horas para as termófilas (FRANK et al., 1992).

Bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas: A presença destes microorganismos foi avaliada pela técnica do número mais provável (NMP) em leite desnatado a 10%. As amostras foram submetidas a tratamento térmico a 80°C durante 15 minutos. Utilizou-se ágar selo para provocar a anaerobiose. A incubação dos tubos foi realizada a 35°C durante 7 dias (mesófilas) e a 7°C durante 7 dias (psicrotróficas) (BERGÈRE; SIVELÄ, 1990).

Coliformes Totais e Fecais: A presença de coliformes totais foi avaliada pelo método do número mais provável (NMP), utilizando caldo LST (lauril sulfato triptose) e incubando-se a 36°C por 24-48 horas. Os coliformes totais foram determinados a partir dos tubos positivos (crescimento com produção de gás) do teste presuntivo, utilizando caldo verde brilhante e incubando-se a 37°C por 48 horas (VANDERZANT, 1992). Os coliformes fecais foram determinados a partir dos tubos positivos do teste presuntivo, utilizando caldo EC-MUG e incubando-se a 45,5°C por 24 horas. Os meios apresentando desenvolvimento microbiano (turbidez) com ou sem produção de gás no tubo de Durham foram observados sob lâmpada de luz ultravioleta de 3 a 6 W e ondas longas de 365 nm em uma cabine escura. A fluorescência azul é confirmadora da presença de E. coli.

Bolores e Leveduras: A presença de bolores e leveduras foi avaliada pelo método de plaqueamento em superfície em ágar batata dextrose (PDA) acidificado com

ácido tartárico 10%. A incubação das placas foi realizada a 25°C durante 5 dias (FRANK et al., 1992).

3.3.4 Avaliação do Perfil de Textura

O método empregado para avaliação do perfil de textura das amostras de requeijão foi o recomendado por CAMPOS (1981), adaptado para utilização do Texturômetro Universal TA-XT2 (Texture Profile Analyser – marca Stable Micro Systems), computadorizado. Os resultados são apresentados de forma gráfica utilizando softwares especiais específicos ao aparelho que fazem a integração das curvas proporcionando a interpretação dos resultados (TEXTURE TECHNOLOGIES CORP., 1992). Os parâmetros do perfil de textura analisados foram os mesmos que os avaliados por RAPACCI (1997) e SILVA (2003): elasticidade, coesividade, adesividade e firmeza.

A determinação do perfil de textura foi realizada segundo metodologia descrita por RAPACCI (1997). As condições do teste foram:

TPA Compressão

- Velocidade pré-teste: 2,0 mm/s
- Velocidade do teste: 1,0 mm/s
- Velocidade pós teste: 2,0 mm/s
- Distância que o dispositivo penetra na amostra: 10 mm
- Tempo de contato: 5 s
- Força de contato: 100 g
- Dispositivo utilizado: SMS P/25L (probe de acrílico, cilíndrico – Perspex 25 mm)

As amostras dos requeijões ($50g \pm 2$) foram acondicionadas em cápsulas de alumínio (5,0 cm de diâmetro interno e 2,6 cm de altura) para análise do perfil de textura no Texturômetro TA-XT2. As amostras foram analisadas na temperatura de 10°C.

3.3.5 Análise Sensorial - Requeijão cremoso e requeijão cremoso light e requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT.

As análises sensoriais aplicadas foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do LAFISE – ITAL.

A análise sensorial neste estudo consistiu na aplicação de testes de consumidores visando à avaliação da aceitabilidade do requeijão cremoso e requeijão cremoso light (copo) e do requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT em comparação com produtos do mercado e na aplicação da técnica de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para a caracterização dos requeijões e para o acompanhamento da qualidade sensorial do requeijão cremoso UHT e light UHT, visando o estabelecimento da sua vida útil. Com o objetivo de determinar a vida útil de produtos alimentícios, aplicou-se uma simplificação dessa técnica, restringindo os atributos sensoriais avaliados àqueles que permitem evidenciar alterações do produto durante a estocagem (MEILGAARD et al., 1999).

Os requeijões foram submetidos à Análise Sensorial conforme descrito a seguir:

3.3.5.1 Teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT, em comparação com amostras comerciais; e teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT, em comparação com amostras comerciais.

Foram avaliadas as seguintes amostras: requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT, requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT, requeijões cremosos comerciais e requeijões cremosos light comerciais acondicionados em copos de vidro, marcas A e B.

Para avaliação das amostras quanto à aceitabilidade foi recrutado um grupo de 100 consumidores do produto, com faixa etária entre 18 e 55 anos e classes sociais A, B e C.

As amostras foram avaliadas quanto à aceitação de modo global e em particular da consistência, espalhabilidade e sabor por meio de escalas hedônicas de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo), além da descrição de gostos e desgostos associados a cada amostra (MEILGAARD et al., 1999; FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

As amostras foram apresentadas com código de três dígitos aleatórios e de forma monádica, segundo um delineamento de blocos completos casualizados, tendo sido conduzidas três sessões de avaliação. As amostras foram servidas em copos descartáveis brancos de 50 mL acompanhados de colher, faca e uma fatia de pão branco sem casca para espalhar o requeijão.

O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five versão 4.4* para coleta e análise dos dados.

Os dados foram avaliados estatisticamente por meio de análise de variância e Teste de Tukey ao nível de erro de 5% para a comparação das médias obtidas utilizando-se o programa *Statistica* (STATISTICA, 1995).

O questionário utilizado no teste de aceitabilidade é apresentado na Figura 9.

AVALIAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO

Nome: _____ Produto: **345**

Muito obrigado por participar de nosso teste. Sua colaboração é muito importante para nós!

Você receberá QUATRO amostras de requeijão cremoso, uma de cada vez, além de pão branco e água, os quais devem ser usados entre as amostras para limpar a boca. Cada amostra será acompanhada de uma fatia de pão e de faca. Para avaliar, espalhe o requeijão sobre o pão, prove e responda as questões a seguir.

1. Indique o quanto você gostou do produto de **modo global**:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

2. Por favor, descreva o que em particular você gostou ou desgostou nesta amostra.

Mais gostei:

Menos gostei

3. Indique o quanto você gostou da **CONSISTÊNCIA** do produto:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

4. Indique o quanto você gostou da **ESPALHABILIDADE** do produto:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

5. Indique o quanto você gostou do **SABOR** do produto:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

Figura 9: Questionário utilizado no teste de aceitabilidade.

3.3.5.2 Análise descritiva quantitativa para comparação das características sensoriais das amostras de requeijão cremoso e UHT (3º Processamento) e Análise descritiva quantitativa para comparação das características sensoriais das amostras de requeijão cremoso light e light UHT (7º Processamento)

Teste triangular

As amostras foram avaliadas sensorialmente quanto às diferenças globais, por uma equipe de 25 julgadores selecionados quanto à acuidade sensorial. Para tanto foi aplicado o teste triangular, no qual foi apresentado a cada julgador um grupo de três amostras, duas das quais eram idênticas, sendo solicitado ao julgador que indicasse a amostra diferente.

As amostras foram servidas à temperatura de aproximadamente 10°C em copos descartáveis na quantidade de 40 g por provador, acompanhados de pão branco sem casca e de colher e faca (descartáveis), sendo solicitado aos julgadores o uso de água mineral natural antes e entre as amostras e a descrição das diferenças observadas. As amostras foram identificadas por meio de códigos de três dígitos numéricos aleatórios e apresentadas segundo um delineamento de blocos completos casualizados considerando todas as combinações possíveis da ordem de apresentação das amostras, quais sejam, BAA, AAB, ABA, ABB, BBA e BAB. Os testes foram conduzidos em cabines individuais equipadas com luz vermelha e sistema computadorizado com programa *Compusense Five 4.4* para coleta de dados.

A interpretação dos resultados baseou-se no número de julgamentos totais versus o número de julgamentos corretos, concluindo-se quanto ao nível de significância por meio de tabela que define o número mínimo de julgamentos corretos para estabelecer significância a vários níveis de probabilidade para o teste triangular (ABNT, 1993).

Análise descritiva quantitativa (ADQ)-

Para análise descritiva quantitativa formou-se uma equipe de julgadores previamente selecionados. Os julgadores procederam ao desenvolvimento da terminologia descritiva visando a definição dos atributos sensoriais relevantes à realização da análise descritiva quantitativa (ADQ) das amostras. A equipe de julgadores foi treinada em diversas sessões. Nestas sessões procurou-se “calibrar” os julgadores em relação ao uso consistente das escalas, buscando-se posicionar consensualmente as amostras e os produtos segundo a intensidade percebida de cada atributo sensorial validado para compor a ADQ do requeijão cremoso. Para a validação da equipe sensorial, após o treinamento, cada julgador avaliou amostras de requeijão e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, sendo os julgadores selecionados de acordo com sua habilidade em discriminar as amostras, repetibilidade e concordância com a equipe. Para o critério repetibilidade foram selecionados os candidatos com valores da estatística F não significativos ao nível de erro de 5% para o fator repetição para a maioria dos atributos, pois era desejável que não houvesse diferença significativa entre as repetições. Com relação ao poder de discriminação, foram selecionados os candidatos com valores da estatística F significativos pelo menos ao nível de erro de 30% para o fator amostras para no mínimo 10 atributos.

Foi realizada a ADQ (análise descritiva quantitativa) conforme terminologia específica desenvolvida por equipe selecionada e treinada para avaliação do requeijão cremoso em questão, composta por 16 julgadores, fazendo uso de escala não estruturada de 10 cm para avaliação das características de aparência (cor branco-creme), aroma (característico de requeijão, creme de leite e queijo maturado), textura não oral (consistência, fluidez e escorrimento no pão), textura oral (corpo/consistência) e sabor (característico de requeijão, creme de leite, salgado, ácido e amargo).

As análises foram realizadas individualmente, em cabines com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five* versão 4.4 para coleta dos dados, sendo as amostras apresentadas com código de três dígitos aleatórios e de forma monádica, segundo

um delineamento de blocos completos casualizados. As amostras foram servidas à temperatura de aproximadamente 10°C em copos descartáveis na quantidade de 40 g por provador, acompanhados de pão branco sem casca e de colher e faca (descartáveis).

Para comparação entre as amostras, os dados foram submetidos à análise de variância e Teste de Tukey para comparação entre as médias relativas a cada atributo.

3.3.5.3 Avaliação sensorial durante a estocagem das amostras de requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT

As amostras de requeijão cremoso UHT (3º processamento) e requeijão cremoso light UHT (7º processamento) foram estocadas em quatro diferentes temperatura (5, 10, 25 e 35°C) e avaliadas no período de 15, 30, 60, 90 105, 120,135, 150, 165 e 180 dias de estocagem. A amostra mantida a 5°C foi considerada como “referência” nas avaliações. As amostras eram acondicionadas na temperatura de geladeira ($\pm 10^\circ\text{C}$) de forma que as mesmas eram servidas aos julgadores na mesma temperatura.

Foi realizada periodicamente a ADQ (análise descritiva quantitativa) conforme terminologia específica desenvolvida por equipe selecionada e treinada para avaliação do requeijão cremoso em questão, composta por 16 julgadores (requeijão cremoso UHT) e 12 julgadores (requeijão cremoso light UHT), fazendo uso de escala não estruturada de 10 cm para avaliação das características de aparência (cor branco-creme), aroma (característico de requeijão, creme de leite, queijo maturado, oxidado/rançoso/sabão e estranho), textura não oral (consistência, fluidez e escorrimento no pão), textura oral (corpo/consistência) e sabor (característico de requeijão, creme de leite, salgado, ácido, amargo, oxidado/rançoso e estranho), com avaliação global quanto ao grau de diferença e perda de qualidade em relação à amostra “Referência” (*Requeijão cremoso UHT e light UHT mantidos a 5º C*).

As análises foram realizadas individualmente, em cabines com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado

Compusense Five versão 4.4 para coleta dos dados, sendo as amostras apresentadas com código de três dígitos aleatórios e de forma monádica, segundo um delineamento de blocos completos casualizados. As amostras foram servidas à temperatura de aproximadamente 10°C em copos descartáveis na quantidade de 40 g por provador, acompanhados de pão branco sem casca e de colher e faca descartáveis.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Dunnett para comparação entre as médias correspondentes a cada amostra como as respectivas Referências a cada avaliação, análise de regressão linear do atributo “perda de qualidade” em função do tempo de estocagem para estimativa da vida-de-prateleira e estudo de correlação linear (determinação do coeficiente de correlação de Pearson) do atributo “perda de qualidade” com os demais atributos.

As fichas de avaliação sensorial desenvolvidas para análise descritiva quantitativa (ADQ) do requeijão cremoso UHT e requeijão cremoso light UHT, visando o estudo da vida-de-prateleira dos produtos estão apresentadas nas Figuras 10 e 11.

Requeijão UHT

Aparência

1. Cor branco-creme



Aroma

2. Característico de requeijão



3. Creme de leite



4. Queijo maturado



5. Oxidado/rançoso/sabão



6. Estranho

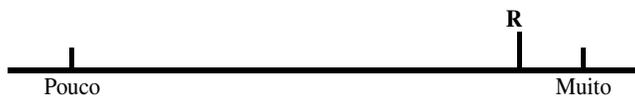


Textura não oral

7. Consistência (com colher)



8. Fluidez (observar fio com colher)



9. Escorrimento no pão



Textura oral / Sensação na boca

10. Corpo, consistência



Sabor / gosto

11. Característico de requeijão



12. Creme de leite



13. Salgado



14. Ácido



15. Amargo	R		
		Fraco	Forte
16. Oxidado/rançoso	R		
		Fraco	Forte
17. Estranho	R		
		Fraco	Forte
Avaliação global			
18. Grau de diferença	R		
		Pouco	Muito
19. Perda de qualidade	R		
		Pouca	Muita

Comentários (descrever o odor / sabor estranho percebido, quando for o caso):

Figura 10: Ficha de avaliação sensorial desenvolvida para análise descritiva quantitativa (ADQ) do requeijão cremoso UHT visando o estudo da vida-de-prateleira do produto.

Requeijão UHT light

Aparência

1. Cor branco-creme



Aroma

2. Característico de requeijão



3. Creme de leite



4. Queijo maturado



5. Oxidado/rançoso/sabão

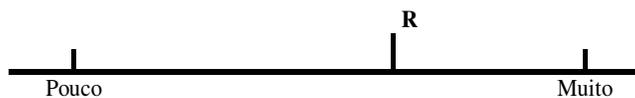


6. Estranho

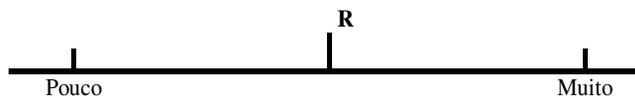


Textura não oral

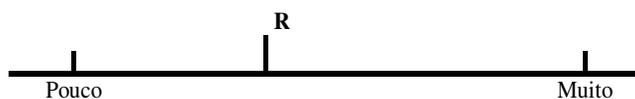
7. Consistência (com colher)



8. Fluidez (observar fio com colher)



9. Escorrimento no pão



Textura oral / Sensação na boca

10. Corpo, consistência



Sabor / gosto

11. Característico de requeijão



12. Creme de leite



13. Salgado



14. Ácido



15. Amargo	R								
		Fraco							Forte
16. Oxidado/rançoso	R								
		Fraco							Forte
17. Estranho	R								
		Fraco							Forte
Avaliação global									
18. Grau de diferença	R								
		Pouco							Muito
19. Perda de qualidade	R								
		Pouca							Muita

Comentários (descrever o odor / sabor estranho percebido, quando for o caso):

Figura 11: Ficha de avaliação sensorial desenvolvida para análise descritiva quantitativa (ADQ) do requeijão cremoso light UHT visando o estudo da vida-de-prateleira do produto.

Foi desenvolvido um vocabulário para análise descritiva quantitativa (ADQ) de requeijão cremoso visando o estudo da vida-de-prateleira do produto, conforme segue:

ESTABILIDADE SENSORIAL DE REQUEIJÃO: VOCABULÁRIO

APARÊNCIA

1. COR BRANCO-CREME

Definição: Luminosidade da cor branco-creme característica de requeijão, variando de branco-creme claro a escuro/amarelado.

Metodologia: Avaliar visualmente em relação à amostra referência.

AROMA

2. CARACTERÍSTICO DE REQUEIJÃO

Definição: Intensidade do aroma característico de REQUEIJÃO – suave, lembra a leite integral. Está associado ao produto recém produzido, fresco.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma global que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

3. CREME DE LEITE

Definição: Intensidade do aroma característico de creme de leite processado termicamente.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma de creme de leite que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

4. QUEIJO MATURADO

Definição: Intensidade de aroma característico de queijo maturado.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma de queijo maturado que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

5. OXIDADO / RANÇOSO / SABÃO

Definição: Intensidade do aroma oxidado / rançoso do produto associado à perda do frescor, podendo chegar, com o passar do tempo e efeito da temperatura de estocagem, a aroma que lembra a rancidez de gordura. Dependendo do grau de oxidação do produto, pode haver odor que lembra a sabão ou papelão.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma oxidado que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

6. ESTRANHO

Definição: Intensidade de todo e qualquer aroma não característico do produto e diferente dos considerados na avaliação, devendo ser descrito quando detectado. Entre os possíveis odores estranhos desenvolvidos durante a estocagem, podem surgir odor azedo, fermentado, mofado/velho.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma estranho que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

TEXTURA NÃO ORAL

7. CONSISTÊNCIA

Definição: Percepção visual da consistência do produto. Um produto muito consistente apresenta forma bem definida e estável na colher, com percepção visual de sua firmeza. Um produto pouco consistente tende a ter a forma da porção retirada com a colher rapidamente deformada, com escorrimento pelas bordas da colher e percepção visual de viscosidade.

Metodologia: Com a colher, retirar uma porção do produto e observar visualmente sua consistência e estabilidade da forma.

8. FLUIDEZ

Definição: Percepção visual da resistência ao escoamento que o produto apresenta. Um produto com muita fluidez tende a não oferecer resistência ao escoamento e escorrer da colher com formação de fio, enquanto um produto com pouca fluidez oferece resistência ao escoamento e se desprende quase de uma vez, sem formar fio. Quanto maior a resistência ao escoamento, menor a fluidez.

Metodologia: Com a colher, retirar uma porção do produto e tentar desprendê-lo virando a colher. Observar visualmente a resistência ao escoamento que o produto apresenta.

9. ESCORRIMENTO NO PÃO

Definição: Percepção visual da facilidade de uma porção do produto escoar sobre o pão. Um produto com pouco escorrimento no pão tende a não se deformar e escorre lentamente na superfície. Um produto com muito escorrimento, espalha-se rapidamente, escorrendo para as extremidades da fatia de pão.

Metodologia: Com a colher, colocar uma porção do produto sobre a fatia de pão e observar a facilidade e rapidez com o produto escoa / espalhar sozinho pela superfície.

TEXTURA ORAL / SENSAÇÃO NA BOCA

10. CORPO, CONSISTÊNCIA

Definição: Percepção oral da consistência do requeijão. Um produto consistente tende a não fluir na boca, oferecendo certa resistência ao ser pressionado com a língua sobre o céu da boca, em contraposição a um produto pouco consistente, que tende a fluir facilmente na boca, não oferecendo resistência ao ser pressionado.

Metodologia: Com a colher, colocar uma porção do produto na boca e pressioná-lo com a língua contra o céu da boca, avaliando o corpo/consistência percebido.

SABOR / GOSTO

11. CARACTERÍSTICO DE REQUEIJÃO

Definição: Intensidade do sabor característico de REQUEIJÃO – suave, lembra a leite integral. Está associado ao produto recém produzido, fresco.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do sabor característico (aroma e sabor, com percepção retro-nasal) em relação à referência.

12. CREME DE LEITE

Definição: Intensidade do sabor característico de creme de leite processado termicamente.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade sabor de creme de leite em relação à referência.

13. SALGADO

Definição: Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias salgadas a exemplo de soluções de cloreto de sódio.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do gosto salgado em relação à referência.

14. ÁCIDO

Definição: Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias ácidas a exemplo de soluções de ácido cítrico.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do gosto ácido em relação à referência.

15. AMARGO

Definição: Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias amargas a exemplo de soluções de cafeína.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do gosto amargo em relação à referência.

16. OXIDADO / RANÇOSO

Definição: Intensidade do sabor oxidado do produto associado à perda do frescor, podendo chegar, com o passar do tempo e efeito da temperatura de estocagem, a sabor que lembra a rancidez de gordura. Dependendo do grau de oxidação do produto, pode haver odor que lembra a sabão ou papelão.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do sabor oxidado ou rançoso em relação à referência.

17. ESTRANHO

Definição: Intensidade de todo e qualquer sabor não característico do produto e diferente dos considerados na avaliação, quase sejam, velho, fermentado e azedo, entre outras possibilidades, devendo ser descrito quando detectado.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do sabor estranho.

AVALIAÇÃO GLOBAL

18. GRAU DE DIFERENÇA

Definição: Intensidade da diferença global em relação à amostra de Referência (R), ponderando todos os atributos avaliados anteriormente.

Metodologia: Ponderar as diferenças observadas entre a amostra e a R em relação a todos os atributos avaliados, traduzindo-as por meio de um grau de diferença global.

19. PERDA DE QUALIDADE

Definição: Ponderação de todos os atributos avaliados em relação à amostra de Referência (R), traduzindo-os em uma perda de qualidade global.

Metodologia: Ponderar as diferenças observadas entre a amostra e a R em relação a todos os atributos avaliados, traduzindo-as por meio de uma intensidade de perda de qualidade. O produto será considerado inaceitável quando atingir a posição intermediária da escala utilizada.

3.3.5.4 Análise descritiva quantitativa para comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso tradicional e UHT – comparação entre o 3º Processamento e o 4º Processamento.

Foi efetuada a análise descritiva quantitativa das amostras de requeijão cremoso tradicional e requeijão cremoso UHT, referentes ao 3º Processamento e

o 4º Processamento, conforme descrito anteriormente na análise descritiva quantitativa.

3.3.6 Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM)

Para a determinação da microestrutura dos requeijões foi aplicada a Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM). Para preparação das amostras foi efetuada uma adaptação da metodologia descrita por MARCHESSEAU et al. (1997). As amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% durante 5 horas à temperatura ambiente, lavadas com tampão fosfato 0,1M e fixadas em tetróxido de ósmio 1% “overnight” (aproximadamente 15 horas). As amostras foram desidratadas em uma série alcoólica (etanol 70, 80, 90, 95 e 100%) e em acetona 100%, sendo secas em ponto crítico com CO₂ no equipamento Critical Point Dryer - modelo CPD 030 (Figura 12). Posteriormente, as amostras foram fraturadas e coladas em “stubs” de alumínio, metalizadas com ouro (40 mA) no aparelho Sputter Coater SCD 050 (Figura 13) por 240 segundos e examinadas em microscópio eletrônico de varredura (SEM) JEOL, modelo JSM 5800 LV (Figura 14), operado em 10 kv. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Biologia da Unicamp.



Figura 12: Equipamento Critical Point Dryer – Modelo CPD 030.



Figura 13: Equipamento Sputter Coater SCD 050.



Figura 14: Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL Modelo JSM 5800 LV.

3.3.7 Perfil Eletroforético – Eletroforese em gel de poliacrilamida (Uréia-PAGE)

A eletroforese em gel de poliacrilamida (Uréia-Page) foi realizada para obtenção do perfil das frações protéicas, de acordo com o método descrito por MELACHOURIS (1969). Os géis foram preparados contendo 7 M de uréia, sendo que a concentração de acrilamida no gel de separação (running gel) e no gel de empilhamento (stacking gel) foram 9 e 4%, respectivamente.

As amostras de requeijão foram liofilizadas e desengorduradas em éter etílico. As amostras contendo 0,4-0,5% de proteína foram preparadas para eletroforese da seguinte forma: cada amostra foi dissolvida no tampão “stacking gel” (pH 6,7, Tris-HCl 0,062M) e levada para banho-maria a 37°C por uma hora, sendo posteriormente adicionada de uma pequena quantidade de azul de bromofenol. As amostras foram aplicadas (5 µL) aos géis e a separação eletroforética foi obtida com uma voltagem constante de 120 V.

Após a separação eletroforética, as placas de poliacrilamida foram coradas em Coomassie Blue 0,1% em solução de metanol:ácido acético:água (40:10:50), sendo descoradas posteriormente em solução de metanol:ácido acético:água (25:10:65). As placas (géis) foram preservadas em solução de ácido acético a 7%.

3.3.8 Cor

Para avaliação instrumental da cor utilizou-se o colorímetro Color Eye 2020, em software COMCOR 1500 Plus, marca Macbeth. Amostras de aproximadamente 25 mL de requeijão cremoso foram avaliadas em cápsula de vidro, com iluminante D65, leitura a 10° de observação, configuração DREOL, obtendo-se os valores de L* (Luminosidade), + a* (vermelho), -a* (verde), +b* (amarelo), -b* (azul) e índice de brancura Hunter Lab. O índice de brancura é um valor numérico que indica a similaridade em cor da amostra refletida em relação a um padrão branco selecionado. Para avaliar a cor das amostras o aparelho foi previamente calibrado no modo reflectância especular excluída usando placa padrão de cerâmica branca (Padrão Macbeth Ref. STD), fornecida pelo fabricante do equipamento.

3.3.9 Análise Estatística dos resultados

Os experimentos foram realizados de forma aleatorizada, ao acaso, em triplicata. Os resultados obtidos foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA), e submetidos a um teste de média (Teste de Tukey).

3.3.10 Códigos utilizados para identificação das amostras de requeijão cremoso

RC = requeijão cremoso acondicionado em copo (média dos processamentos P3, P4 e P5)

RC_{P3} = requeijão cremoso acondicionado em copo (Processamento 3)

RC_{P4} = requeijão cremoso acondicionado em copo (Processamento 4)

RC_{P5} = requeijão cremoso acondicionado em copo (Processamento 5)

RC_{UHT} = requeijão cremoso longa vida – UHT (média dos processamentos P3, P4 e P5)

RC_{P3UHT} = requeijão cremoso longa vida - UHT (Processamento 3)

RC_{P4UHT} = requeijão cremoso longa vida - UHT (Processamento 4)

RC_{P5UHT} = requeijão cremoso longa vida - UHT (Processamento 5)

RCL = requeijão cremoso light acondicionado em copo (média dos processamentos P6, P7 e P8)

RCL_{P6} = requeijão cremoso light acondicionado em copo (Processamento 6)

RCL_{P7} = requeijão cremoso light acondicionado em copo (Processamento 7)

RCL_{P8} = requeijão cremoso light acondicionado em copo (Processamento 8)

RCL_{UHT} = requeijão cremoso light UHT (média dos processamentos P6, P7 e P8)

RCL_{P6UHT} = requeijão cremoso light UHT (Processamento 6)

RCL_{P7UHT} = requeijão cremoso light UHT (Processamento 7)

RCL_{P8UHT} = requeijão cremoso light UHT (Processamento 8)

3.3.11 Esquema geral de desenvolvimento do trabalho

1ª. Etapa : Requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT

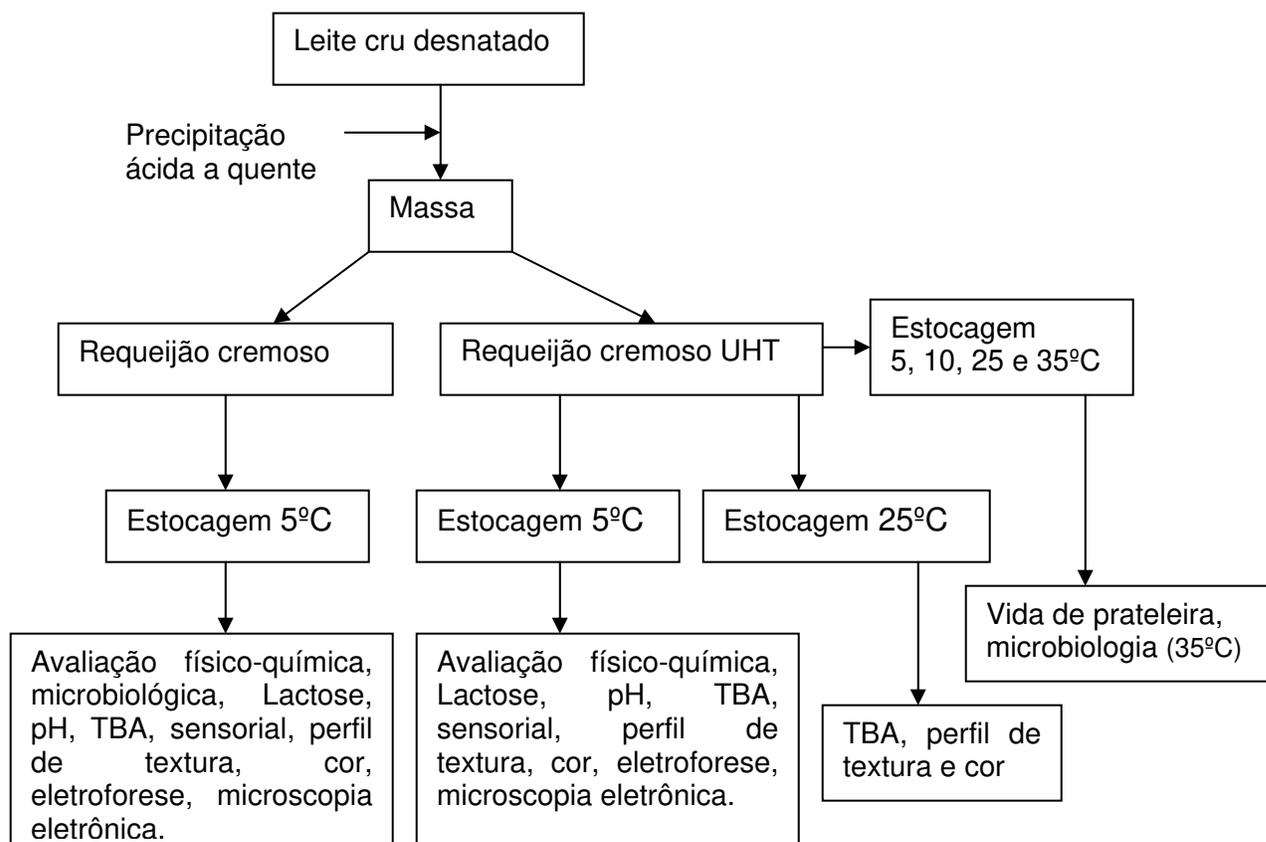


Figura 15: Fluxograma de desenvolvimento da 1ª. etapa do trabalho.

2ª. Etapa : Requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT

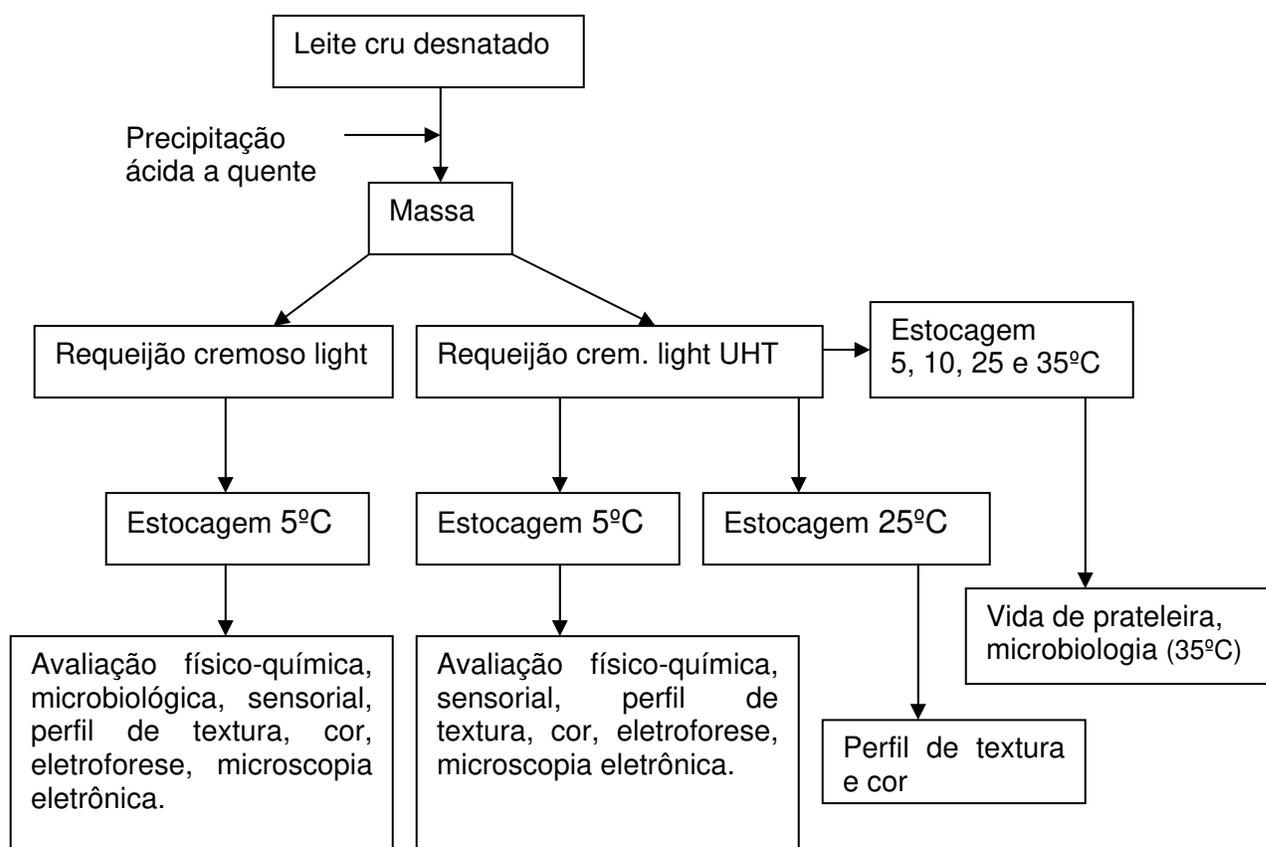


Figura 16: Fluxograma de desenvolvimento da 2ª. etapa do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS – MATÉRIAS-PRIMAS/REQUEIJÕES

Os valores médios dos resultados das análises físico-químicas do leite cru desnatado, creme de leite e massa utilizados na fabricação dos requeijões cremosos são apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5: Valores médios da composição dos leites desnatados utilizados nos processamentos do RC e RC_{UHT} e do RCL e RCL_{UHT} (n = 3).

Análises	Leite cru desnatado para RC e RC_{UHT} (Média ± DP)	Leite cru desnatado para RCL e RCL_{UHT} (Média ± DP)
pH	6,67 ± 0,05	6,69 ± 0,03
Acidez (°D)	16,39 ± 0,65	16,65 ± 0,12
Gordura (g/100 mL)	0,08 ± 0,02	0,22 ± 0,20
Densidade(g/mL)	1,033 ± 0,003	1,032 ± 0,002
EST (g/100 mL)	8,66 ± 0,09	8,70 ± 0,34
Proteína total (g/100 mL)	3,18 ± 0,07	3,35 ± 0,16
Lactose (g/100 mL)	4,75 ± 0,13	4,61 ± 0,34

DP = desvio padrão

Observa-se que os valores de pH (6,67-6,69) e acidez (16,39 – 16,65) estão dentro dos padrões normalmente encontrados para leite em boas condições de higiene. Variações na composição do leite são esperadas, considerando que se trabalha com leite de diversos produtores (leite de conjunto). O leite normalmente apresenta variações na sua composição, que pode ser afetada pela raça, alimentação e idade do animal, período de lactação e outros fatores (OLIVEIRA, 1986).

Variações na composição do leite implicam em variações na composição da massa básica e, conseqüentemente, na composição dos requeijões.

Tabela 6: Valores médios da composição dos cremes de leite utilizados nos processamentos do RC e RC_{UHT} e do RCL e RCL_{UHT} (n = 3).

Amostras	Creme para	Creme para
Análises	RC e RC_{UHT} (Média ± DP)	RCL e RCL_{UHT} (Média ± DP)
pH	6,62 ± 0,05	6,49 ± 0,30
Acidez (g/100g)	0,64 ± 0,05	0,67 ± 0,09
Gordura (g/100g)	65,37 ± 5,51	68,03 ± 1,52
EST (g/100g)	68,10 ± 5,66	70,88 ± 0,41

DP = desvio padrão

Tabela 7: Valores médios da composição das massas utilizadas nos processamentos do RC e RC_{UHT} e do RCL e RCL_{UHT} (n = 3).

Amostras	Massa para	Massa para
Análises	RC e RC_{UHT} (Média ± DP)	RCL e RCL_{UHT} (Média ± DP)
pH	5,80 ± 0,02	5,82 ± 0,58
Gordura (g/100g)	0,08 ± 0,02	0,16 ± 0,55
EST (g/100g)	33,25 ± 0,93	35,07 ± 0,50
Proteína (g/100g)	29,94 ± 1,34	31,82 ± 0,47
Cinzas (g/100g)	1,63 ± 0,03	1,78 ± 0,24
Lactose (g/100g)	0,34 ± 0,09	0,35 ± 0,20

DP = desvio padrão

Na Tabela 7, analisando o valor médio do pH das massas, verifica-se que o mesmo encontra-se ligeiramente acima do descrito por MEYER (1973); SHIMP (1985); OLIVEIRA (1986) como ideal (5,2-5,7), devido à excessiva lavagem da massa. Segundo BERGER et al. (1989) um pH abaixo de 5,4 causa um aumento na firmeza do queijo e quando o pH aumenta, a consistência se torna fina, menos viscosa. Queijo fundido de consistência firme deve ter pH < 5,7, ao passo que queijos de consistência cremosa e suave devem ter pH > 5,7. O valor de pH obtido

para a massa básica nesta pesquisa (5,8) está próximo daquele encontrado por RAPACCI (1997) para massa obtida por precipitação ácida a quente (5,68) e superior ao valor encontrado (5,56) por SILVA (2003).

O valor de extrato seco total da massa é menor do que aquele encontrado na literatura, cerca de 38 a 40% (FERNANDES; 1981b, RAPACCI, 1997) e 57,33 utilizando-se leite integral (SILVA, 2003). Os valores menores no extrato seco total da massa se devem, portanto à utilização de leite desnatado, e à prensagem e manutenção da massa (tempo de secagem) até o corte manual.

Verifica-se o efeito do tratamento térmico (esterilização UHT) na composição dos requeijões cremosos nas Tabelas 8 e 9. Entre o RC e o RC_{UHT} não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na composição; e entre o RCL e RCL_{UHT} a composição foi bastante similar, só ocorrendo diferença significativa no teor de lactose e na quantidade de magnésio, o que provavelmente é devido às diferentes quantidades de WPC utilizadas nestes produtos (2% - RCL e 0,8% - RCL_{UHT}). Para o RC e o RC_{UHT}, os valores de extrato seco total (EST) se encontram um pouco abaixo do desejável (35-37%), porém para o RC_{UHT} é necessário uma maior quantidade de água no produto, proporcionando uma maior fluidez, de forma a facilitar a esterilização e evitar o entupimento dentro do trocador de calor. Para o RCL e RCL_{UHT}, os valores de extrato seco total (EST) também se encontram abaixo do desejável (32-33%). Porém o teor de gordura no extrato seco (GES) está acima do desejado (30%), de forma que o produto apresentou-se firme, com consistente próxima a desejada.

Tabela 8: Efeito da esterilização UHT na composição do requeijão cremoso (n = 3).

	RC	RC_{UHT}	d.m.s.(5%)
pH	6,10 ± 0,07 a	6,08 ± 0,08 a	0,09
Acidez (g/100g)	0,61 ± 0,06 a	0,61 ± 0,06 a	0,08
Gordura (g/100g)	19,87 ± 1,25 a	19,91 ± 1,52 a	1,79
EST (g/100g)	34,16 ± 1,50 a	33,78 ± 1,78 a	2,11
GES (g/100g EST)	58,13 ± 1,48 a	58,88 ± 1,84 a	2,15
Nt (g/100g)	1,79 ± 0,14 a	1,73 ± 0,13 a	0,17
NS pH 4,6 (g/100g)	0,08 ± 0,03 a	0,09 ± 0,04 a	0,04
NNP (g/100g)	0,03 ± 0,01 a	0,04 ± 0,02 a	0,02
Pt (g/100g)	11,44 ± 0,86 a	11,11 ± 0,93 a	1,15
Cinzas (g/100g)	1,78 ± 0,03 a	1,78 ± 0,03 a	0,04
NaCl (g/100g)	0,54 ± 0,01 a	0,54 ± 0,03 a	0,04
Lactose (g/100g)	0,66 ± 0,16 a	0,63 ± 0,15 a	0,19
Cálcio (mg/100g)	175,86 ± 31,59 a	191,94 ± 17,64 a	32,92
Fósforo (mg/100g)	375,98 ± 6,81 a	373,12 ± 22,94 a	21,77
Sódio (mg/100g)	425,62 ± 76,83 a	463,46 ± 38,55 a	78,19
Magnésio (mg/100g)	6,14 ± 1,95 a	8,12 ± 1,18 a	2,07
Valor Calórico (kcal/100g)	227,18 ± 13,61 a	226,16 ± 16,61 a	19,53

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

d.m.s. = diferença mínima significativa

RC = requeijão cremoso, RC_{UHT} = requeijão cremoso UHT

Tabela 9: Efeito da esterilização UHT na composição do requeijão cremoso light (n = 3).

	RCL	RCL_{UHT}	d.m.s.(5%)
pH	6,00 ± 0,04 a	5,97 ± 0,04 a	0,05
Acidez (g/100g)	0,60 ± 0,07 a	0,63 ± 0,11 a	0,11
Gordura (g/100g)	9,25 ± 1,45 a	9,71 ± 2,03 a	2,27
EST (g/100g)	25,98 ± 1,46 a	25,60 ± 0,33 a	1,36
GES (g/100g EST)	35,46 ± 3,63 a	37,96 ± 8,08 a	8,06
Nt (g/100g)	2,36 ± 0,07 a	2,26 ± 0,16 a	0,16
NS pH 4,6 (g/100g)	0,11 ± 0,02 a	0,10 ± 0,02 a	0,03
NNP (g/100g)	0,06 ± 0,62 a	0,06 ± 0,01 a	0,02
Pt (g/100g)	15,21 ± 0,58 a	14,43 ± 1,04 a	1,08
Cinzas (g/100g)	2,14 ± 0,10 a	2,12 ± 0,12 a	0,15
NaCl (g/100g)	0,94 ± 0,07 a	0,92 ± 0,09 a	0,11
Lactose (g/100g)	0,73 ± 0,16 a	0,53 ± 0,06 b	0,16
Cálcio (mg/100g)	265,34 ± 13,86 a	256,54 ± 7,77 a	14,46
Fósforo (mg/100g)	441,19 ± 31,08 a	433,67 ± 6,67 a	28,92
Sódio (mg/100g)	580,60 ± 63,28 a	584,70 ± 14,02 a	58,95
Magnésio (mg/100g)	9,54 ± 0,18 a	9,07 ± 0,20 b	0,25
Valor Calórico (kcal/100g)	147,04 ± 13,43 a	147,21 ± 16,11 a	19,08

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

d.m.s. = diferença mínima significativa

RCL = requeijão cremoso light, RCL_{UHT} = requeijão cremoso light UHT

Os valores de pH dos requeijões (Tabelas 8 e 9) são mais elevados que os valores obtidos para massa básica (5,8) devido à utilização de creme de leite e sal emulsificante. O pH dos requeijões encontra-se dentro dos limites (5,4-6,20) indicados na literatura (FERNANDES et al. 1985; RAPACCI; VAN DENDER, 1998) e similares aos valores encontrados por RAPACCI (1997) entre 5,92 e 6,22 e

SILVA (2003), 6,17, para requeijão cremoso tradicional obtido por acidificação direta a quente. Para o requeijão cremoso light obtido por acidificação direta a quente SILVA (2003) obteve pH menor, que variou entre 5,71 e 5,86. VAN DENDER et al. (2003), avaliando amostras comerciais de requeijões cremosos verificou valores de pH entre 5,45 e 5,86 para os requeijões cremosos (tradicionais) e 5,57 e 6,12 para os requeijões cremosos light. O pH dos requeijões processados com massa obtida por acidificação direta e adicionados de sal emulsificante, pode se apresentar muito elevado (faixa de 6,0 a 6,35), o que pode comprometer a vida-de-prateleira do produto final (RAPACCI; VAN DENDER, 1998).

Na Tabelas 8 pode-se observar que os teores de gordura do RC e do RC_{UHT}, foram de 19,87 e 19,91%, respectivamente, ficando em média aproximadamente 20%. Os teores de gordura estão próximos aos encontrados por SILVA (2003), em torno de 20,93, e àqueles obtidos por RAPACCI (1997) para os requeijões cremosos obtidos por acidificação direta a quente. Os valores médios para o teor de gordura do RCL e RCL_{UHT} foram de 9,25 e 9,71, respectivamente, os quais se aproximaram ao valor obtido por SILVA (2003) para o requeijão cremoso light. Os teores de gordura no extrato seco para o RC e RC_{UHT}, foram de 58,13 e 58,88, valores estes similares aos obtidos por RAPACCI (1997), entre 57,91 e 60,85, e aos valores encontrados por SILVA (2003), entre 58,32 e 59,90. Os teores de gordura no extrato seco dos requeijões estão de acordo com a legislação vigente, ou seja, apresentam teor mínimo de 55 g de gordura no extrato seco por 100 g de produto.

Comparando-se as quantidades de proteína total entre o RC e RC_{UHT}, constata-se que os valores são muito próximos, 11,44 e 11,11, respectivamente. Observa-se que não há diferença significativa ($p < 0,05$) no teor de proteínas entre os requeijões. Os teores de NS em pH 4,6 foram de 0,08 para o RC e 0,09 para o RC_{UHT}. O teor de proteínas foi superior e o NS em pH 4,6 foi similar aos valores obtidos por SILVA (2003) e RAPACCI (1997).

Ao comparar os conteúdos médios de cinzas, verifica-se que o teor foi maior para o RCL_{UHT} e RCL (2,12 e 2,14) do que para o RC_{UHT} e RC (1,78 e

1,78). Observa-se que não há diferença significativa ($p < 0,05$) no teor de cinzas entre o RC e o RC_{UHT}, e entre o RCL e o RCL_{UHT}. Quanto aos teores de minerais (Ca, Na, P e Mg), a quantidade também é superior nos requeijões cremosos light em relação aos requeijões cremosos tradicionais, e não há diferença significativa ($p < 0,05$) no teor de minerais entre o RC e RC_{UHT}, e entre o RCL e o RCL_{UHT}, exceto na quantidade de magnésio, entre os requeijões cremosos light. A quantidade superior de cinzas e minerais nos requeijões cremosos light em comparação com os requeijões cremosos tradicionais se deve ao uso de concentrado de proteínas de soro (WPC-34%) nas formulações dos requeijões light. O WPC-34% contém em torno de 50% de lactose, 95% de EST, 34-38% de proteína total e 6,5% de cinzas.

Os teores de lactose foram de 0,66 para o RC e 0,63 para o RC_{UHT}, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre os requeijões. Entre o RCL e o RCL_{UHT}, os teores de lactose foram de 0,73 e 0,53, respectivamente, sendo que o teor de lactose do RCL foi significativamente maior do que o RCL_{UHT}. Era de se esperar que os teores de lactose dos requeijões cremosos light fossem maiores que o dos requeijões cremosos tradicionais, devido ao uso de WPC, no entanto, isto pode ser observado se calcularmos o teor de lactose em relação ao EST dos requeijões.

A menor quantidade de lactose no RC_{UHT} e RCL_{UHT} pode ser atribuída ao tratamento térmico UHT, o qual pode ter causado algum nível de degradação na lactose, com formação de hidroximetilfurfural e melanoidinas. Tais compostos (dependendo da quantidade formada) podem causar alteração na cor dos requeijões, o que pode ser perceptível na análise de cor (instrumental) ou na análise sensorial. O tratamento térmico UHT pode também levar à formação de lactulose; porém devido à quantidade de lactose presente nos requeijões, se houve formação de lactulose, a quantidade formada foi extremamente pequena e necessitaria um método de análise extremamente sensível para sua quantificação.

Em relação ao valor calórico ou valor energético dos requeijões, segundo a Portaria nº 27, de janeiro de 1998, o Ministério da Saúde estabelece que os requeijões light devem ter uma redução de, no mínimo 25% de gordura e diferença

mínima de 3 g/100 g, e redução mínima de 25% do valor energético total e diferença maior que 40 kcal/100g (sólidos), em relação ao produto integral correspondente. Pode-se verificar nas Tabelas 8 e 9 que não houve diferença significativa no valor calórico entre o RC e o RC_{UHT}, e entre o RCL e o RCL_{UHT}. Os valores calóricos dos requeijões cremosos (227,18 e 226,16 kcal/100g) estão próximos aos valores encontrados por SILVA (2003) para requeijões cremosos processados no TecnoLat (210 kcal/100g) e para os requeijões cremosos comerciais (234 kcal/100g). Os valores calóricos dos requeijões cremosos light (147,04 e 147,21 kcal/100g) estão próximos aos valores encontrados por SILVA (2003) para os requeijões cremosos light processados no TecnoLat (146-155 kcal/100g) e para requeijões cremosos light comerciais (155 kcal/100g).

Baseando-se nos valores das Tabelas 8 e 9 quando comparado o RC com o RCL, houve uma redução de 53,43% no teor de gordura e uma diferença de gordura maior que 3 g/100 g, redução de 35,28% no valor calórico total e uma diferença maior que 40 kcal/100g (sólidos). Quando comparado o RC_{UHT} com o RCL_{UHT}, houve uma redução de 51,23% no teor de gordura e uma diferença de gordura maior que 3 g/100 g, redução de 34,91% no valor calórico total e uma diferença maior que 40 kcal/100g (sólidos). Portanto, os requeijões cremosos “light” - RCL e RCL_{UHT} podem ser denominados reduzidos em gorduras e em calorias uma vez que as diferenças na quantidade do valor energético e do conteúdo de gordura atendem os limites estabelecidos na Portaria MS nº 27 de janeiro de 1998.

4.1.1 Avaliações físico-químicas (pH, Lactose, TBA) durante a estocagem a 5°C do requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT (RC e RC_{UHT})

Os gráficos que apresentam os valores médios do pH, lactose e TBA dos requeijões (RC e RC_{UHT}) estão representados nas Figuras 17, 18 e 19.

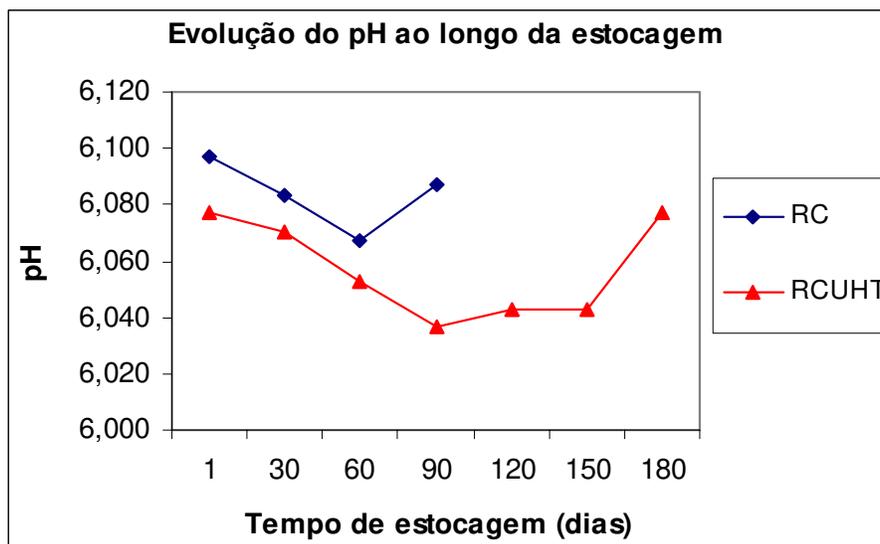


Figura 17: Valores médios do pH do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}), durante o período de estocagem.

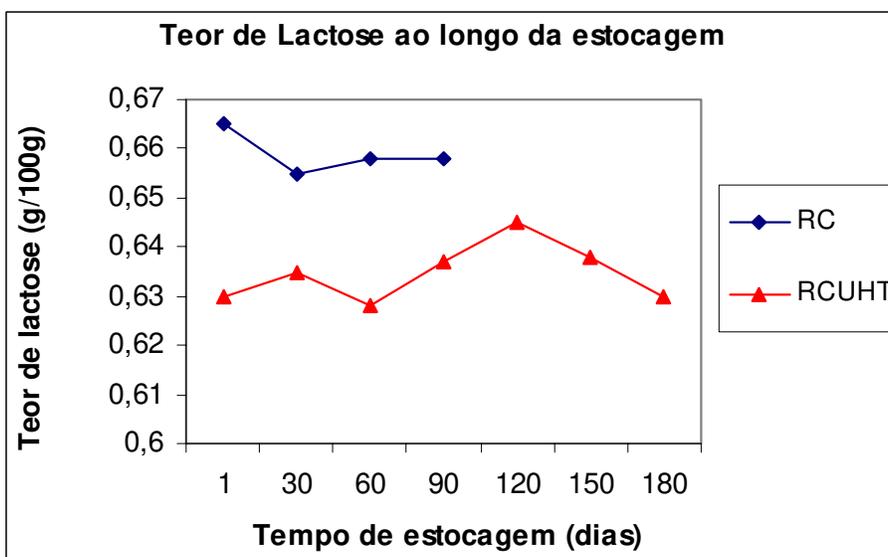


Figura 18: Valores médios do teor de lactose do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}), durante o período de estocagem.

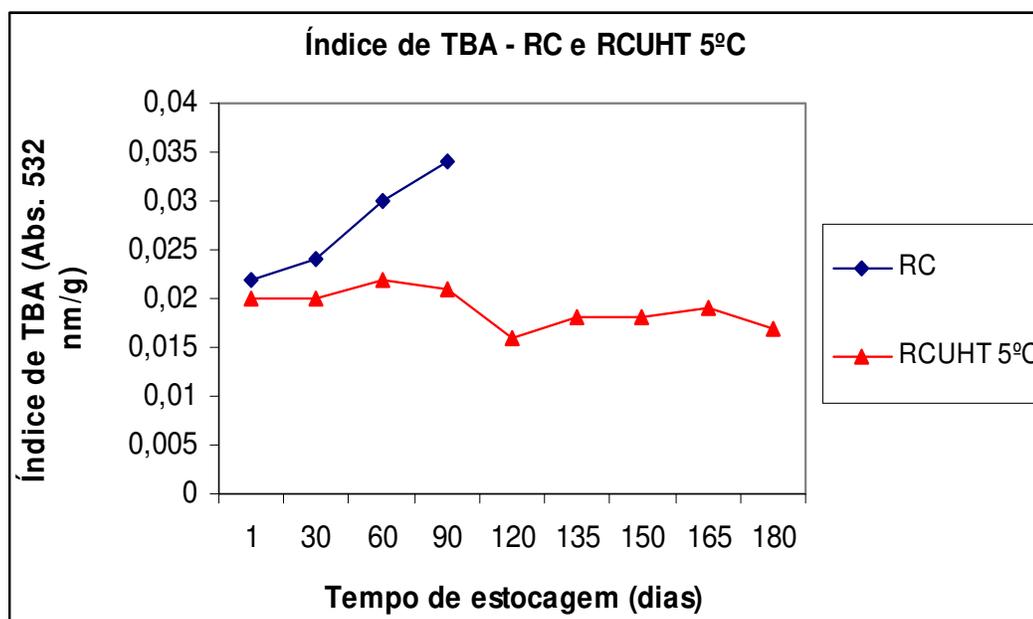


Figura 19: Valores médios do Índice de TBA para o requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}), durante o período de estocagem.

Nas tabelas 10 e 11 observa-se que os valores médios do pH e do teor de lactose dos requeijões (RC e do RC_{UHT}) não aumentaram significativamente ao longo do tempo de estocagem, ao nível de 5% de significância. No entanto, o índice de TBA do RC aumentou significativamente a partir de 60 dias de estocagem. Na Tabela 12 observa-se que o índice de TBA para o RC_{UHT} (5°C) diminuiu significativamente ($p < 0,05$) em 120 e 180 dias de estocagem, quando comparado com o início do período de estocagem (1 dia).

Tabela 10: Avaliação estatística do pH, lactose e TBA do RC (5°C) ao longo do tempo de estocagem de 90 dias.

	1d	30d	60d	90d	d.m.s.(5%)
pH	6,097 ± 0,065 a	6,083 ± 0,026 a	6,067 ± 0,027 a	6,087 ± 0,049 a	0,037
Lactose	0,665 ± 0,141 a	0,655 ± 0,135 a	0,658 ± 0,133 a	0,658 ± 0,137 a	0,015
TBA	0,022 ± 0,002 b	0,024 ± 0,003 b	0,030 ± 0,006 a	0,034 ± 0,005 a	0,005

Tabela 11: Avaliação estatística do pH e lactose do RC_{UHT} (5°C) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias.

	Dias							d.m.s.(5%)
	1d	30d	60d	90d	120d	150d	180d	
pH	6,077 ± 0,074 a	6,070 ± 0,046 a	6,053 ± 0,040 a	6,037 ± 0,027 a	6,043 ± 0,036 a	6,043 ± 0,036 a	6,077 ± 0,049 a	0,080
Lactose	0,630 ± 0,147 a	0,635 ± 0,151 a	0,628 ± 0,161 a	0,637 ± 0,161 a	0,645 ± 0,154 a	0,638 ± 0,129 a	0,630 ± 0,153 a	0,025

Tabela 12: Avaliação estatística do Índice de TBA para o RC_{UHT} (5°C) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias.

										d.m.s.
	1d	30d	60d	90d	120d	135d	150d	165d	180d	(5%)
TBA	0,020 ±	0,020 ±	0,022 ±	0,021 ±	0,016 ±	0,018 ±	0,018 ±	0,019	0,017	
5°C	0,002 ab	0,002 ab	0,005 a	0,004 ab	0,004 c	0,004 bc	0,001 bc	±0,005 bc	±0,003 c	0,003

Os valores médios de pH dos requeijões obtidos por acidificação direta a quente e envasados em copo e embalagem longa vida (UHT) variaram entre 6,04 e 6,10. Estes resultados estão próximos aos encontrados por SILVA (2003), que constatou para o requeijão cremoso obtido por acidificação direta e embalado em copos valores de pH que variaram entre 6,10 e 6,20, durante o período de estocagem (60 dias); e estão de acordo com os resultados obtidos por RAPACCI; VAN DENDER (1998). VAN DENDER, et al. (2002) observaram variações de pH entre 5,82 e 6,10 em requeijões acondicionados em cinco embalagens diferentes, durante o período de estocagem de 180 dias.

Normalmente o pH de requeijão cremoso e dos queijos fundidos varia dentro dos limites de 5,7 a 6,0. Estes valores dependem do pH da matéria-prima e também do tipo de sal emulsificante empregado. De modo geral, um pH mais baixo propicia melhor conservação do produto, mas podem ocorrer problemas como textura granulosa e paladar ácido, ao passo que um pH alto demais pode acarretar prejuízos no aroma e paladar, além da conservação (VALLE, 1981).

Os valores médios de lactose dos requeijões obtidos por acidificação direta a quente e envasados em copo e embalagem longa vida (RC e RC_{UHT}) variaram

entre 0,63 e 0,67. Estes resultados são inferiores aos valores encontrados por SILVA (2003), e se devem à lavagem excessiva da massa, o que ocasiona uma maior retirada da lactose da massa para água de lavagem. SILVA (2003) constatou, para o requeijão cremoso obtido por acidificação direta e embalado em copos, valores de lactose que variaram entre 0,82 e 0,94, durante o período de estocagem (60 dias).

Na reação de Maillard ocorre interação entre proteína-lactose. Esta reação é significativa em produtos que sofrem tratamentos térmicos severos, além de promover o surgimento de coloração escura (melanoidinas), prejudica o aspecto visual do produto final, podendo alterar o flavor típico do leite (furfural, hidroximetilfurfural) (FOX, 1998) e reduzir o valor nutricional dos produtos (VAN BOEKEL, 1998; FOX, 1998). O tratamento térmico mais severo pode levar à decomposição da lactose com formação de lactulose e heptulose (HARPER, 1981). A lactulose não é formada durante processamento HTST, mas ocorre durante esterilização UHT, sendo, portanto um índice da avaliação da severidade do tratamento térmico (FOX, 1998; VAN BOEKEL, 1998).

Devido aos baixos níveis de lactose nos requeijões, o método de análise aplicado e a sensibilidade do método, a diferença nos teores de lactose ao longo do período de estocagem e entre os requeijões (RC e RC_{UHT}) não foi significativa ($p < 0,05$), ou seja, não foi constatada a degradação da lactose devido ao tratamento térmico aplicado ou durante o período de estocagem a 5°C. Como o tratamento térmico UHT favorece a formação de lactulose, poderia haver diminuição nos índices de lactose do RC_{UHT}. Porém, como a quantidade de lactose remanescente nos requeijões foi muito pequena, para constatar se houve ou não a formação de lactulose seria necessário um método de análise extremamente sensível e específico para tal determinação.

Na Tabela 13 observa-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no pH e no teor de lactose entre os requeijões (RC e RC_{UHT}). A interação entre a amostra (com e sem o tratamento térmico UHT) e o tempo de estocagem não foi significativa, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou

significativamente o pH e o teor de lactose das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias à 5°C.

Tabela 13: Avaliação comparativa do pH, lactose, TBA e interação (amostra*tempo) dos requeijões (RC e RC_{UHT}) ao longo do tempo de estocagem de 90 dias à 5°C.

	Amostra	Dias			
		1	30	60	90
pH	RC	6,097 ± 0,065 a	6,083 ± 0,026 a	6,067 ± 0,027 a	6,087 ± 0,049 a
	RC_{UHT}	6,077 ± 0,074 a	6,070 ± 0,046 a	6,053 ± 0,040 a	6,037 ± 0,027 a
	d.m.s.(5%)	0,090	0,048	0,044	0,051
Interação A*t n. s.		F calculado = 0,41 p = 0,7493			
Lactose	RC	0,665 ± 0,141 a	0,655 ± 0,135 a	0,658 ± 0,133 a	0,658 ± 0,137 a
	RC_{UHT}	0,630 ± 0,147 a	0,635 ± 0,151 a	0,628 ± 0,161 a	0,637 ± 0,161 a
	d.m.s.(5%)	0,185	0,184	0,190	0,192
Interação A*t n. s.		F calculado = 0,01 p = 0,9992			
TBA (5°C)	RC	0,022 ± 0,002 a	0,024 ± 0,003 a	0,030 ± 0,006 a	0,034 ± 0,005 a
	RC_{UHT}	0,020 ± 0,002 a	0,020 ± 0,002 b	0,022 ± 0,005 b	0,021 ± 0,004 b
	d.m.s.(5%)	0,002	0,003	0,007	0,006
Interação A*t significativa		F calculado = 4,46 p = 0,0086			

RC = Requeijão cremoso, RC_{UHT} = requeijão cremoso UHT, Interação (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa (p < 0,05).

Em relação ao índice de TBA dos requeijões (RC e RC_{UHT}) observa-se na Tabela 13 que houve diferença significativa no índice de TBA dos requeijões a partir de 30 dias de estocagem, sendo que o índice de TBA para o RC foi significativamente maior que o índice de TBA para o RC_{UHT} em 30, 60 e 90 dias de estocagem. Também observa-se que houve interação significativa entre as amostras ao longo do tempo, ou seja, o tratamento térmico aplicado afetou significativamente o índice de TBA das amostras ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C. Portanto, pode-se supor níveis de oxidação maiores para o RC em relação ao RC_{UHT}.

Os resultados obtidos para o índice de TBA dos requeijões cremosos (RC, RC_{UHT} 5°C) estão de acordo com VAN DENDER et al. (2002), que encontraram valores na faixa de 0,015 a 0,078 para requeijões cremosos envasados em cinco

embalagens diferentes, estocados a 4 e 10°C, por um período de 180 dias. Os autores verificaram também que, de modo geral houve um ligeiro aumento nos valores do índice de TBA ao longo do tempo; na ausência de luz a oxidação do produto é pouco perceptível e os resultados obtidos devem ser avaliados em relação à análise sensorial.

Portanto, a quantificação de produtos de oxidação reativos ao TBA deve ser comparada com a análise sensorial do produto, para que se possa definir se os níveis de oxidação obtidos pelo índice de TBA (método objetivo) são percebidos através do desenvolvimento de sabor de ranço no produto (método subjetivo).

4.1.2 Avaliação físico-química (TBA) do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante a estocagem a 5 e 25°C

Na Figura 20 observa-se o valor médio do índice de TBA para o RC_{UHT}, durante o período de estocagem de 180 dias nas temperaturas de 5 e 25°C.

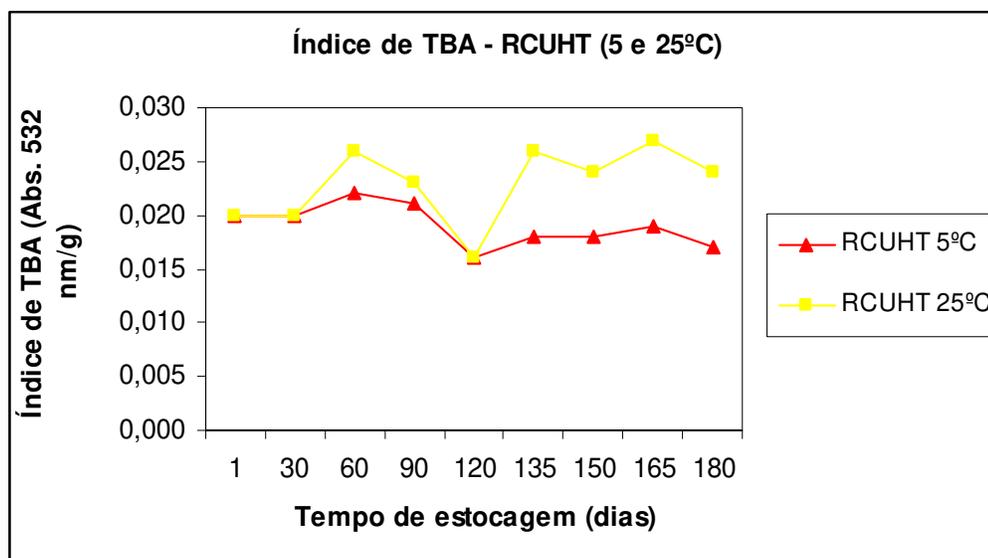


Figura 20: Índice de TBA para o RC_{UHT} durante o período de estocagem de 180 dias nas temperaturas de 5 e 25°C.

Na Tabela 14 observa-se que o índice de TBA para o RC_{UHT} 5°C variou entre 0,017 e 0,022; e diminuiu significativamente ($p < 0,05$) em 120 e 180 dias de estocagem, quando comparado com o início do período de estocagem (1dia). O índice de TBA para o RC_{UHT} 25°C variou entre 0,016 e 0,026; não havendo diferença significativa ao longo do período de estocagem.

Tabela 14: Avaliação estatística do Índice de TBA para o RC_{UHT} (5 e 25°C) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias.

	1d	30d	60d	90d	120d	135d	150d	165d	180d	d.m.s. (5%)
TBA										
RC_{UHT} 5°C	0,020 ± 0,002 ab	0,020 ± 0,002 ab	0,022 ± 0,005 a	0,021 ± 0,004 ab	0,016 ± 0,004 c	0,018 ± 0,004 bc	0,018 ± 0,001 bc	0,019 ± 0,005 bc	0,017 ± 0,003 c	0,003
RC_{UHT} 25°C	0,020 ± 0,002 ab	0,020 ± 0,002 ab	0,026 ± 0,006 a	0,023 ± 0,008 ab	0,016 ± 0,006 b	0,026 ± 0,006 a	0,024 ± 0,011 a	0,027 ± 0,010 a	0,024 ± 0,010 a	0,007

Na Tabela 15 observa-se que não houve diferença significativa no índice de TBA do RC_{UHT} (5 e 25°C), exceto em 135 dias de estocagem. Também observa-se que não houve interação significativa entre as amostras ao longo do tempo, ou seja, a temperatura de estocagem do RC_{UHT} (5 e 25°C), não afetou significativamente o índice de TBA das amostras ao longo do período de estocagem de 180 dias.

Tabela 15: Avaliação comparativa do índice de TBA e interação (amostra*tempo) do requeijão (RC_{UHT}) ao longo do tempo de estocagem de 180 dias à 5 e 25°C.

	1d	30d	60d	90d	120d	135d	150d	165d	180d	
TBA										
RC_{UHT} 5°C	0,020 ± 0,002 a	0,020 ± 0,002 a	0,022 ± 0,005 a	0,021 ± 0,004 a	0,016 ± 0,004 a	0,018 ± 0,004 b	0,018 ± 0,001 a	0,019 ± 0,005 a	0,017 ± 0,003 a	
RC_{UHT} 25°C	0,020 ± 0,002 a	0,020 ± 0,002 a	0,026 ± 0,006 a	0,023 ± 0,008 a	0,016 ± 0,006 a	0,026 ± 0,006 a	0,024 ± 0,011 a	0,027 ± 0,010 a	0,024 ± 0,010 a	
d.m.s. (5%)	0,002	0,003	0,007	0,008	0,006	0,007	0,010	0,010	0,010	
Interação A*t	n. s.	F calculado = 0,95 p = 0,4802								

RC_{UHT} = requeijão cremoso UHT, Interação (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa ($p < 0,05$).

KRISTENSEN et al. 2001, observaram um aumento no TBARS para amostras de queijo processado durante o período de estocagem a 37°C, enquanto amostras estocadas a 5 e 20°C tinham um nível constante no valor de TBARS durante o período de estocagem (aproximadamente 370 dias), indicando que a formação de produtos secundários da oxidação de lipídios foi fortemente dependente da temperatura.

4.2 AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS – LEITE/MASSA/REQUEIJÕES

A Avaliação do leite desnatado aquecido (69-70°C) e da massa utilizados nos processamentos dos requeijões cremosos e UHT (P3, P4 e P5), requeijões cremosos light e light UHT (P6, P7 e P8), quanto às contagens de microrganismos indicadores (coliformes totais e fecais) e deteriorantes (esporogênicos aeróbios e anaeróbios e bolores e leveduras) estão apresentados nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16: Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa, utilizados nos processamentos P3, P4 e P5.

AMOSTRAS	Leite* P3	Massa** P3	Leite* P4	Massa** P4	Leite* P5	Massa** P5
ANÁLISES						
Coliformes Totais (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3
Coliformes fecais (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3
Bolores e leveduras (UFC)	< 10	2,8 x 10 ³	1,4 x 10 ²	2,5 x 10 ³	< 10	6 x 10 ²
B.E. A. M. (UFC)	< 10	5,4 x 10 ⁴	1,7 x 10 ²	2,7 x 10 ²	1,5 x 10 ¹	0,9 x 10 ¹
B.E. A. T. (UFC)	< 10	3,9 x 10 ⁴	9 x 10 ¹	7 x 10 ¹	0,5 x 10 ¹	0,8 x 10 ¹
B. E. An. M (NMP)	0,9	21	0,7	7,0	0,4	< 3
B. E. An. P (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3

NMP = Número mais provável; UFC = Unidades formadoras de colônias; B. E. A. M. = Bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas; B. E. A. T. = Bactérias esporogênicas aeróbias termófilas; B. E. An. M. = Bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; B. E. An. P. = Bactérias esporogênicas anaeróbias psicotróficas

* Resultados em mililitros (mL⁻¹)

** Resultados em gramas (g⁻¹)

Tabela 17: Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa, utilizados nos processamentos P6, P7 e P8.

AMOSTRAS	Leite* P6	Massa** P6	Leite* P7	Massa** P7	Leite* P8	Massa** P8
ANÁLISES						
Coliformes Totais (NMP)	< 0,3	9	< 0,3	4	< 0,3	< 3
Coliformes fecais (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3
Bolores e leveduras (UFC)	< 10	$3,1 \times 10^2$	< 10	8×10^2	< 10	< 10
B.E. A. M. (UFC)	$2,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	5×10^1	8×10^1	$3,6 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$
B.E. A. T. (UFC)	< 10	< 10	1×10^1	1×10^1	3×10^1	1×10^1
B. E. An. M (NMP)	< 0,3	3	0,4	4	< 0,3	9
B. E. An. P (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3

A caracterização microbiológica dos requeijões cremosos (P3, P4 e P5) e dos requeijões cremosos light (P6, P7 e P8) após 1 dia de processamento e durante estocagem a 5°C (45 e 90 dias) estão apresentadas nas Tabelas 18 e 19, respectivamente.

Tabela 18: Avaliação microbiológica do requeijão cremoso (RC), após 1, 45 e 90 dias de estocagem dos processamentos P3, P4 e P5.

AMOSTRAS	P3/1d	P3/45	P3/90	P4/1d	P4/45	P4/90	P5/1d	P5/45	P5/90
ANÁLISES									
Coliformes									
Totais									
(NMP/g)	< 3	-	-	< 3	-	-	< 3	-	-
Coliformes fecais									
(NMP/g)	< 3	-	-	< 3	-	-	< 3	-	-
Bolors e Leveduras									
(UFC/g)	< 10	-	-	4×10^2	$1,9 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	< 10	-	-
B.E. A. M.									
(UFC/g)	4×10^4	5×10^1	6×10^1	$2,3 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	6×10^1	$3,8 \times 10^2$	< 10	-
B.E. A. T.									
(UFC/g)	8×10^4	< 10	< 10	< 10	-	-	< 10	-	-
B. E. An. M									
(NMP/g)	9	< 3	< 3	< 3	-	-	< 3	-	-
B. E. An. P									
(NMP/g)	< 3	-	-	< 3	-	-	< 3	-	-

NMP = Número mais provável

UFC = Unidades formadoras de colônias

B. E. A. M. = Bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas

B. E. A. T. = Bactérias esporogênicas aeróbias termófilas

B. E. An. M. = Bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas

B. E. An. P. = Bactérias esporogênicas anaeróbias psicotróficas

(-) = não determinado

Tabela 19: Avaliação microbiológica do requeijão cremoso light (RCL), após 1, 45 e 90 dias de estocagem dos processamentos P6, P7 e P8.

AMOSTRAS	P6/1d	P6/45	P6/90	P7/1d	P7/45	P7/90	P8/1d	P8/45	P8/90
ANÁLISES									
Coliformes									
Totais									
(NMP/g)	4	< 3	-	< 3	-	-	< 3	-	-
Coliformes									
fecais									
(NMP/g)	< 3	-	-	< 3	-	-	< 3	-	-
Bolores e									
Leveduras									
(UFC/g)	< 10	-	-	< 10	-	-	< 10	-	-
B.E. A. M.	3,1 x						3,5 x	1,5 x	1,2 x
(UFC/g)	10 ²	7 x 10 ¹	8 x 10 ¹	7 x 10 ¹	8 x 10 ¹	6 x 10 ¹	10 ²	10 ²	10 ²
B.E. A. T.									
(UFC/g)	< 10	-	-	< 10	-	-	3 x 10 ¹	1 x 10 ¹	< 10
B. E. An. M									
(NMP/g)	< 3	-	-	< 3	-	-	7	< 3	-
B. E. An. P									
(NMP/g)	< 3	-	-	< 3	-	-	< 3	-	-

Avaliando os resultados das análises microbiológicas verifica-se que não foi detectada a presença de coliformes totais ou fecais nas amostras de leite aquecido (69-70°C), o que indica que o tratamento térmico foi conduzido de forma adequada. Da mesma forma, não foi detectada a presença de coliformes totais e fecais nas massas utilizadas nos processamentos P3, P4, P5 e P8, o que indica manipulação adequada, de acordo com as boas práticas de higiene durante a fabricação. Nos processamentos P6 e P7 não foi detectada a presença de coliformes fecais, somente de coliformes totais indicando uma possível recontaminação da massa a partir de equipamentos e utensílios. A presença de microrganismos indicadores (coliformes totais) na massa foi controlada pelo

tratamento térmico utilizado durante o processamento do requeijão cremoso. No processamento P6, observa-se que após o tratamento térmico da massa durante o processamento do requeijão ocorreu uma redução do número de coliformes totais no requeijão cremoso após 1 dia de fabricação, até a níveis não detectáveis durante o período de estocagem.

Nas amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso light, não foi detectada a presença de coliformes totais e fecais nos processamentos P3, P4, P5, P7 e P8. Apenas no processamento P6, após 1 dia de estocagem foi detectada a presença de coliformes totais, porém bem abaixo dos limites toleráveis estabelecidos pelo Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Requeijão ou Requesón, Portaria/MA nº 359 (BRASIL 1997).

No processo de fusão o tratamento térmico empregado não é suficiente para destruir todas as formas vegetativas e esporos. Portanto, é necessário utilizar matéria -prima de excelente qualidade microbiológica e controlar todas as etapas de processamento de forma a garantir a qualidade e segurança do produto.

A presença de bolores e leveduras foi observada nas massas dos requeijões em todos os processamentos (P3, P4 e P5), porém somente no requeijão cremoso obtido no processamento 4 observou-se a sua permanência após 1 dia de fabricação e durante o período de estocagem (45 e 90 dias). Não foi observado um crescimento destes microrganismos durante a estocagem, significando uma adequada condição de armazenamento. Também tais valores de contagem de bolores e leveduras não oferecem risco ao produto e à saúde do consumidor, e estão abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, de no máximo 10^3 UFC/g (BRASIL, 1997).

Normalmente, os bolores e leveduras são destruídos durante o processo de fusão. No entanto, durante o manuseio na fase final de processamento e na estocagem pode ocorrer a recontaminação do requeijão. Alguns bolores são psicrotróficos e seus esporos sobrevivem e germinam em condições favoráveis. Temperaturas de refrigeração inibem o desenvolvimento de bolores, mas não são capazes de destruí-los e também a anaerobiose, ou seja, uma atmosfera desprovida de oxigênio pode melhorar a conservação do produto. Os tratamentos de prevenção visando reduzir as fontes de contaminação estão relacionados com

as medidas de higiene, que tendem a limitar o desenvolvimento de bolores e leveduras. Recomenda-se uma higiene rigorosa dos locais de fabricação, armazenamento e envase para evitar o crescimento de tais contaminantes. Cuidados devem ser tomados durante o envase do requeijão para evitar o desenvolvimento de bolores e leveduras, tais como: envase a quente, redução do espaço interno vazio entre o produto e a tampa e garantir que a quantidade remanescente de oxigênio seja pequena. Após o envase o resfriamento deverá ser o mais rápido possível à temperatura inferior a 10°C (MORENO; VIALTA, 2000; MORENO et al. 2002).

Em certas condições pode ocorrer crescimento de esporulados aeróbios como o *B. subtilis* e *B. mesentericus*, e de esporulados anaeróbios como espécies de *Clostridium*. Microrganismos do gênero *Clostridium* são os responsáveis pelo estufamento tardio em queijos, o que ocorre de 10 dias até 2 meses após o processamento. A espécie *C. sporogenes* é a mais comum causadora de problemas em queijos processados, pela produção de gás e putrefação. As principais formas de evitar o problema de *Clostridium* no requeijão cremoso são: evitar ou prevenir a contaminação do leite cru com estes microrganismos, eliminar os esporos do leite por bactofugação e usar polifosfatos inibidores (MORENO; VIALTA, 2000).

Foi detectada a presença de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas em todas as amostras de RC e RCL após 1 dia de fabricação, e mantiveram-se entre 5×10^1 e $3,8 \times 10^2$, exceto no processamento P3/1dia. Contudo, tais índices se mantiveram ou diminuíram durante o período de estocagem (45 e 90 dias), e nenhuma alteração foi observada nos requeijões acondicionados em copo e mantidos a 4-5°C durante 90 dias, o que comprova o trabalho desenvolvido por SILVA (2003) onde se observou contagens de esporulados mesófilos entre $4,1 \times 10^2$ e $1,3 \times 10^3$ esporos/g e não foi observada nenhuma alteração no requeijão cremoso acondicionado em copo (VAF) durante 60 dias de estocagem a 2-4°C. MUIR et al. (1999) também observaram que contagens de microrganismos mesófilos de $2,4 \times 10^3$ UFC/g não levaram a alterações sensoriais em um tipo de queijo processado análogo com substitutos de gordura.

Atualmente, os leites crus têm sido mantidos por longos períodos sob refrigeração, o que favorece o desenvolvimento de microrganismos psicrótrófos, que embora sejam destruídos posteriormente pelo tratamento térmico produzem enzimas lipolíticas e/ou proteolíticas termoresistentes, que podem causar problemas de odor, sabor e textura em produtos lácteos (MORENO; VIALTA, 2000). Portanto, o controle da matéria-prima é extremamente importante de forma a manter um número reduzido de microrganismos evitando problemas de deterioração e garantindo a qualidade do produto final.

Observa-se que não foi detectada a presença de microrganismos esporogênicos anaeróbios psicrótrófos nos requeijões, indicando a boa qualidade da matéria-prima, e garantindo a qualidade do produto ao longo do período de estocagem a frio.

O requeijão cremoso quando submetido ao tratamento térmico UHT (135-145°C por 3-10 segundos) apresenta como sobreviventes a este processo esporos de *Bacillus subtilis*, *Bacillus stearothermophilus* e *B. sporothermodurans* se os mesmos estiverem presentes na massa. Estes esporos quando em elevadas quantidades podem deteriorar o produto.

Para avaliar a presença de esporos termoresistentes e a possibilidade de deterioração, o requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) e o requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) foram submetidos ao Teste de incubação a 35-37°C durante 7 dias, sendo posteriormente efetuada a contagem total de microrganismos mesófilos nas diluições 10⁻¹ e 10⁻², onde não foi observado crescimento, considerando então a contagem destes microrganismos < 10 UFC/g, para as amostras provenientes dos processamentos P3, P4, P5, P6, P7 e P8. Constatou-se, portanto, que o requeijão cremoso UHT e o requeijão cremoso light UHT não apresentaram problemas de estufamento e crescimento microbiano, podendo desta forma ser considerados seguros e adequados ao consumo. Também foi observado que não ocorreu alteração no pH e na aparência visual dos requeijões após a incubação.

4.3 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA

4.3.1 Perfil de Textura do requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT (RC e RC_{UHT}) durante a estocagem a 5°C

O perfil de textura dos requeijões (RC e RC_{UHT}) descrito pelos parâmetros (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) obtido pela análise de textura em Texturômetro TA-XT2, operando no módulo TPA, está apresentado na Tabela 20.

Tabela 20: Comparação dos parâmetros de textura entre o RC e RC_{UHT} ao longo do período de estocagem (1, 30, 60 e 90 dias) (n = 3).

Parâmetro	Amostra	Dias			
		1	30	60	90
Firmeza (g)	RC	41,818 ± 5,608 a	42,828 ± 6,199 a	40,425 ± 6,736 a	38,524 ± 4,689 a
	RC_{UHT}	19,143 ± 4,581 b	19,679 ± 6,415 b	18,994 ± 4,488 b	21,946 ± 6,447 b
	d.m.s.(5%)	5,1170	6,3038	5,7195	5,6331
Interação A*t	n.s.	F calculado = 1,25 p = 0,2998			
Adesividade² (g.s)	RC	-176,278 ± 39,259 a	-179,035 ± 41,313 a	-171,541 ± 44,160 a	-157,780 ± 29,961 a
	RC_{UHT}	-45,717 ± 30,194 b	-50,484 ± 43,870 b	-46,150 ± 32,122 b	-63,227 ± 46,448 b
	d.m.s.(5%)	34,9970	42,5820	38,5870	39,0580
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,85 p = 0,4704			
Elasticidade¹	RC	0,981 ± 0,010 a	0,981 ± 0,010 a	0,980 ± 0,011 a	0,979 ± 0,009 a
	RC_{UHT}	0,945 ± 0,049 b	0,927 ± 0,057 b	0,949 ± 0,042 b	0,954 ± 0,032 b
	d.m.s.(5%)	0,0352	0,0412	0,0307	0,0237
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,63 p = 0,6005			
Coesividade¹	RC	0,857 ± 0,011 a	0,860 ± 0,018 a	0,872 ± 0,013 a	0,863 ± 0,019 a
	RC_{UHT}	0,775 ± 0,067 b	0,782 ± 0,066 b	0,784 ± 0,056 b	0,804 ± 0,072 b
	d.m.s.(5%)	0,0477	0,0483	0,0406	0,0529
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,33 p = 0,8069			

¹ Valores adimensionais ² Valores negativos Médias seguidas da mesma letra na coluna (por parâmetro de textura) em cada período de estocagem não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa (p<0,05).

Na Tabela 20 observa-se que há diferença significativa entre o requeijão cremoso (RC) e o requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) em todos os parâmetros de

textura em todos os dias da estocagem. Na Tabela 8 verifica-se que não há diferença significativa na composição dos requeijões, porém o extrato seco total (EST), o extrato seco desengordurado (ESD) e relação proteína/gordura (Ptn/G) do requeijão cremoso são numericamente maiores (%EST 34,16, %ESD 14,29 e Ptn/G 0,58) em comparação com os valores obtidos para o requeijão cremoso UHT (%EST 33,78, %ESD 13,87 e Ptn/G 0,56), o que de acordo com OLSON; PRICE (1961) e SHARP et al. (1936) apud RAPACCI (1997), pode parcialmente explicar a maior firmeza do requeijão cremoso (RC). Também pode-se observar na Tabela 20 que não houve interação significativa entre a amostra e o tempo de estocagem, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os parâmetros de textura (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.

Quando se observa na Tabela 8 que não há diferença significativa na composição dos requeijões, pode-se sugerir que as diferenças encontradas nos parâmetros de textura entre os requeijões se devem principalmente aos efeitos dos tratamentos térmico e mecânico aos quais o requeijão cremoso UHT é submetido.

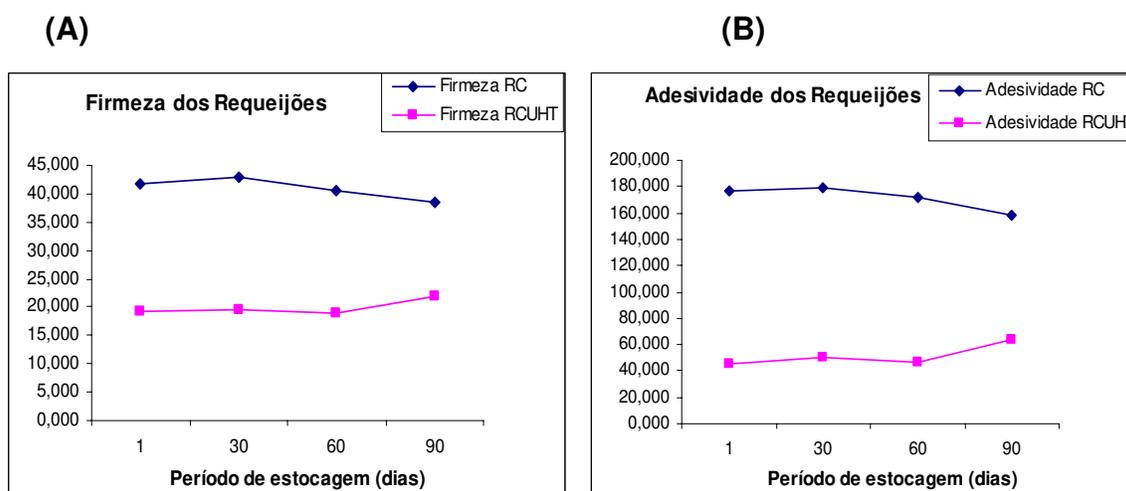
A estrutura dos queijos é influenciada pelo conteúdo de caseína, e pode ser alterada por tratamentos mecânico e térmico. Um queijo jovem é estável ao tratamento térmico e mecânico e um queijo processado com estrutura longa, espalhável e elástica é obtido quando material jovem é usado para produção de queijo processado. Sob severas forças mecânicas e térmicas a longa estrutura do queijo processado pode ser encurtada sem nenhuma degradação química. Queijo processado deste tipo – estrutura curta, alto conteúdo de caseína e boa espalhabilidade – é chamado de queijo processado cremoso (ROTHMANN, 2000).

Interações hidrofóbicas assumem particular importância no sistema de queijos processados, bem como as proteínas. Pode-se presumir que queijos processados exibem especial estrutura e viscosidade em temperaturas acima de 114°C. Nesta temperatura interações hidrofóbicas cessam no sistema proteína-água. Isto está de acordo com o que foi observado na produção de queijo processado usando processo UHT: nesta faixa de temperatura o queijo é extremamente fluido devido à ausência de interações hidrofóbicas. A estrutura do

queijo processado pode ser restaurada durante a fase de resfriamento e uma fase adicional de pós-cremificação, quando as interações hidrofóbicas reaparecem. A estrutura final não é comparável à textura (“smooth”) obtida sob condições de pasteurização (ROTHMANN, 2000).

As diferenças na textura do requeijão cremoso UHT são desejáveis e necessárias de forma que o produto possa ser acondicionado na embalagem (Tetra Brick Aseptic) e manipulado facilmente para seu consumo; ou seja, é necessário que tal produto apresente as características de textura que facilitem seu escorrimento da embalagem e sua espalhabilidade, caso contrário, o uso de tal embalagem seria inviabilizado.

A Figura 21 representa graficamente os resultados da firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade do RC e RC_{UHT} (n = 3). De acordo com os dados apresentados na Tabela 21, que avalia separadamente os requeijões (RC e RC_{UHT}) ao longo do período de estocagem, a firmeza e a adesividade do RC são significativamente menores em 90 dias que em 1 e 30 dias de estocagem. Para o RC_{UHT}, a adesividade em 90 dias de estocagem é significativamente maior que em 1 e 60 dias. Os demais atributos de textura de cada requeijão não diferem significativamente ao longo do tempo de estocagem de 90 dias, ao nível de 5% de significância.



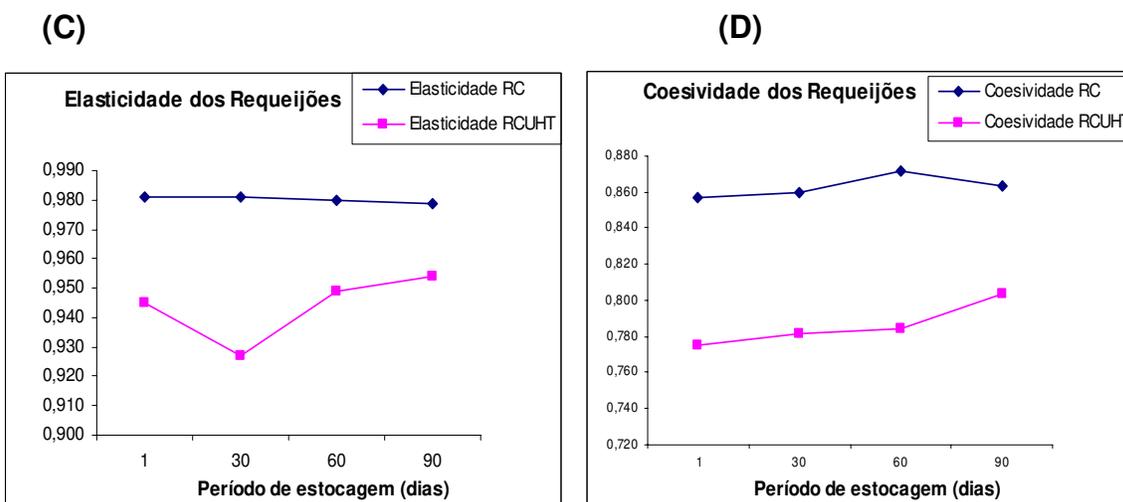


Figura 21: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RCT e RCU (n = 3), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Tabela 21: Avaliação dos parâmetros de textura do RC e RCUHT ao longo do período de estocagem (1, 30, 60 e 90 dias) (n = 3).

Amostra	Parâmetro	Dias				d. m. s. (5%)
		1	30	60	90	
RC	Firmeza (g)	41,818	42,828	40,425	38,524	3,018
		± 5,608 a	± 6,199 a	± 6,736 ab	± 4,689 b	
RC _{UHT}		19.143	19.679	18.994	21.946	
RC _{UHT}		± 4.581 a	± 6.415 a	± 4.488 a	± 6.447 a	2,951
RC	Adesividade ² (g.s)	-176,278 ±	-179,035 ±	-171,541 ±	-157,780	15,373
		39,259 a	41,313 a	44,160 ab	±29,961 b	
RC _{UHT}		-45.717	-50.484	-46.150	-63.227	
RC _{UHT}		± 30.194 a	± 43.870 ab	± 32.122 a	± 46.448 b	16,066
RC	Elasticidade ¹	0,981 ± 0,010 a	0,981 ± 0,010 a	0,980 ± 0,011 a	0,979 ± 0,009 a	0,004
RC _{UHT}		0,945 ± 0,049 a	0,927 ± 0,057 a	0,949 ± 0,042 a	0,954 ± 0,032 a	0,035
RC	Coesividade ¹	0,857 ± 0,011 a	0,860 ± 0,018 a	0,872 ± 0,013 a	0,863 ± 0,019 a	0,015
RC _{UHT}		0,775 ± 0,067 a	0,782 ± 0,066 a	0,784 ± 0,056 a	0,804 ± 0,072 a	0,047

¹ Valores adimensionais ² Valores negativos Médias seguidas da mesma letra na linha (por parâmetro de textura) em cada período de estocagem não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

4.3.2 Perfil de Textura do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C

O perfil de textura do RC_{UHT} durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C descrito pelos parâmetros (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) obtido pela análise de textura em Texturômetro TA-XT2, operando no módulo TPA está apresentado na Figura 22 e na Tabela 22.

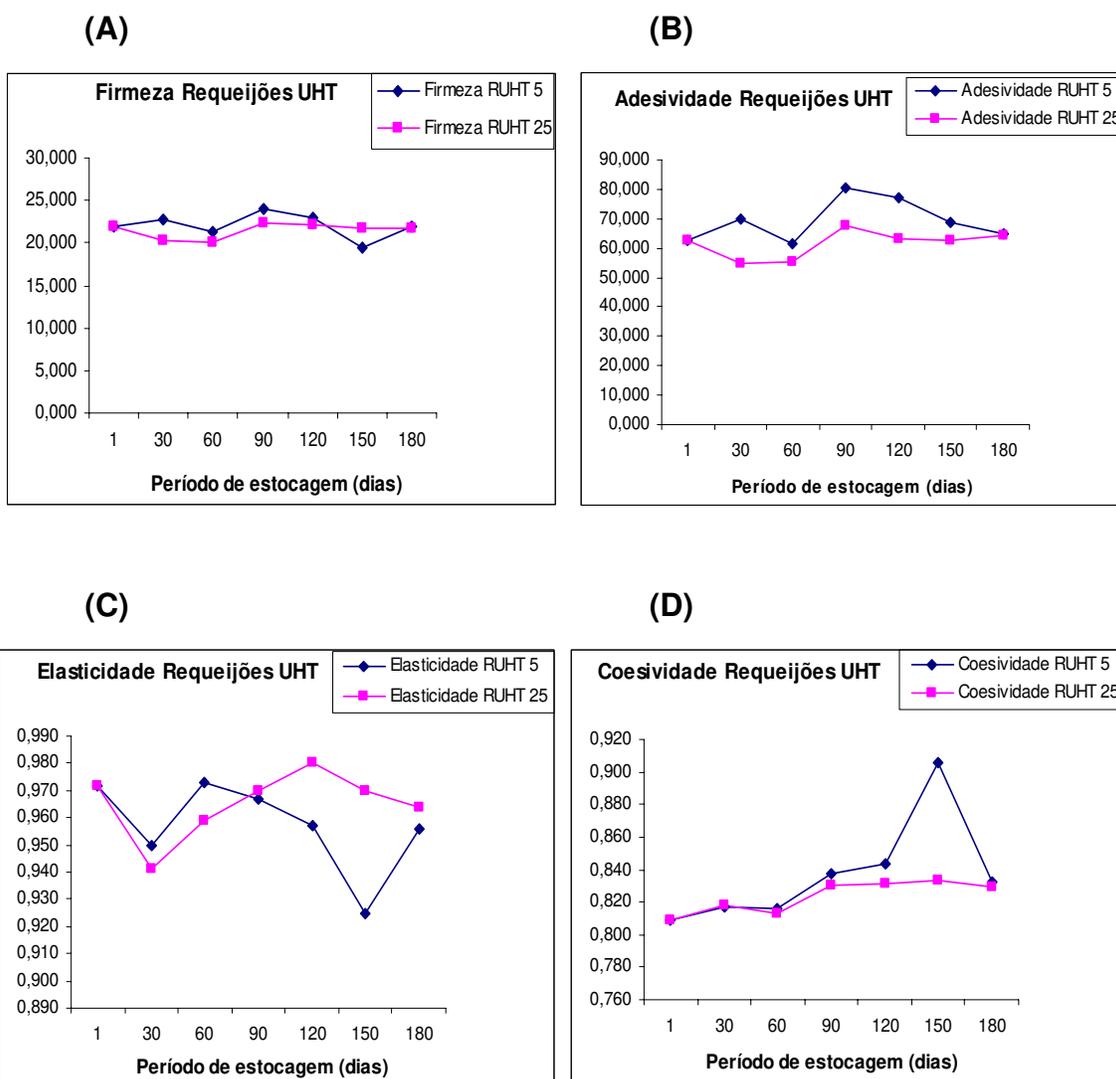


Figura 22: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RC_{UHT} estocadas a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem de 180 dias.

Tabela 22: Comparação dos parâmetros de textura entre o RC_{UHT} estocado a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem (1, 30, 60, 90 120, 150 e 180 dias) (n = 2).

Parâmetro de Textura	Dias							
	1d	30d	60d	90d	120d	150d	180d	
Firmeza (g)	RC _{UHT} 5°C	21,995 ± 2,033 a	22,737 ± 5,668 a	21,274 ± 3,587 a	24,101 ± 7,001 a	22,991 ± 7,899 a	19,468 ± 3,193 a	21,835 ± 5,599 a
	RC _{UHT} 25°C	21,995 ± 2,033 a	20,219 ± 3,127 a	20,067 ± 2,219 a	22,441 ± 3,461 a	22,103 ± 1,399 a	21,633 ± 1,950 a	21,668 ± 2,911 a
	d.m.s.(5%)	2,616	5,888	3,837	7,104	7,297	3,403	5,740
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,38	p = 0,8890					
Adesividade² (g.s)	RC _{UHT} 5°C	-62,724 ± 20,371 a	-69,942 ± 41,384 a	-61,539 ± 28,123 a	-80,644 ± 48,505 a	-77,273 ± 54,480 a	-68,768 ± 40,716 a	-64,701 ± 37,502 a
	RC _{UHT} 25°C	-62,724 ± 20,371 a	-55,021 ± 25,102 a	-55,191 ± 18,569 a	-67,901 ± 26,134 a	-63,180 ± 13,850 a	-62,416 ± 13,602 a	-64,276 ± 20,247 a
	d.m.s.(5%)	26,206	44,028	30,655	50,118	51,133	39,048	38,767
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,12	p = 0,9943					
Elasticidade¹	RC _{UHT} 5°C	0,972 ± 0,025 a	0,950 ± 0,047 a	0,973 ± 0,024 a	0,967 ± 0,031 a	0,957 ± 0,044 a	0,925 ± 0,028 b	0,956 ± 0,048 a
	RC _{UHT} 25°C	0,972 ± 0,025 a	0,941 ± 0,051 a	0,959 ± 0,030 a	0,970 ± 0,025 a	0,980 ± 0,008 a	0,970 ± 0,022 a	0,964 ± 0,021 a
	d.m.s.(5%)	0,032	0,0621	0,035	0,036	0,041	0,032	0,047
Interação A*t	n.s.	F calculado = 1,16	p = 0,3359					
Coesividade¹	RC _{UHT} 5°C	0,809 ± 0,053 a	0,817 ± 0,050 a	0,816 ± 0,037 a	0,837 ± 0,067 a	0,844 ± 0,075 a	0,906 ± 0,147 a	0,832 ± 0,070 a
	RC _{UHT} 25°C	0,809 ± 0,053 a	0,818 ± 0,050 a	0,813 ± 0,030 a	0,830 ± 0,044 a	0,831 ± 0,032 a	0,833 ± 0,034 a	0,829 ± 0,050 a
	d.m.s.(5%)	0,068	0,064	0,044	0,073	0,074	0,137	0,078
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,53	p = 0,7863					

126

¹Valores adimensionais ²Valores negativos
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa (p<0,05).

Observa-se na Tabela 22 que não houve diferença significativa nos atributos de textura entre os requeijões cremosos UHT estocados a 5°C e 25°C em cada dia do período de estocagem (exceto na elasticidade em 150 dias de estocagem). Portanto, do ponto de vista das características de textura do requeijão cremoso UHT o mesmo não necessitaria ser estocado sob refrigeração, podendo ser mantido à temperatura ambiente (25°C), sem prejuízos as suas características de textura. Também pode-se observar na Tabela 22 que não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, a temperatura de estocagem do RC_{UHT} (5 e 25°C), não afetou significativamente os parâmetros de textura (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) das mesmas, ao longo do período de estocagem de 180 dias.

Contudo, em relação ao requeijão cremoso UHT estocado nas temperaturas de 5 e 25°C, é necessário uma avaliação mais efetiva para concluir o efeito da temperatura de estocagem no perfil de textura dos mesmos. Pode-se também avaliar o efeito da temperatura de estocagem sobre os requeijões por meio da análise sensorial. Através dos resultados obtidos no estudo da vida de prateleira (“shelf-life”) dos requeijões cremosos UHT pode-se determinar o período de estocagem aconselhável nestas temperaturas (5 e 25°C), de forma que garantam ao produto a qualidade e a segurança necessários para o seu consumo.

A Figura 22 representa graficamente os resultados da firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade dos requeijões UHT (5 e 25°C). De acordo com os dados apresentados na Tabela 22, que avalia separadamente os requeijões (RC_{UHT} 5 e 25°C) ao longo do período de estocagem, a firmeza e a adesividade do RC_{UHT} 25°C são significativamente maiores em 90 dias que em 30 e 60 dias de estocagem. A elasticidade do RC_{UHT} 25°C é significativamente maior em 120 dias que em 30 dias de estocagem. Para o RC_{UHT} 5°C, a firmeza em 90 dias de estocagem é significativamente maior que em 150 dias de estocagem; a adesividade é significativamente maior em 90 dias que em 1 e 60 dias; a elasticidade é significativamente menor em 150 dias que em 1, 60 e 90 dias; e a coesividade é significativamente maior em 150 dias que em 1, 30, 60 e 180 dias. Os demais atributos de textura de cada requeijão não diferem significativamente ao longo do tempo de estocagem de 180 dias, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 23: Comparação dos parâmetros de textura do RC_{UHT} estocado a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem (1, 30, 60, 90 120, 150 e 180 dias) (n = 2).

Parâmetro de Textura	Dias								d. m. s. (5%)
	1d	30d	60d	90d	120d	150d	180d		
Firmeza (g)	RC _{UHT} 5°C	19.143 ± 4.581 ab	19.679 ± 6.415 ab	18.994 ± 4.488 ab	21.946 ± 6.447 a	20.155 ± 7.559 ab	17.849 ± 3.519 b	19.559 ± 5.601 ab	2,951
	RC _{UHT} 25°C	21.995 ± 2.033 ab	20.219 ± 3.127 b	20.067 ± 2.219 b	22.441 ± 3.461 a	22.103 ± 1.399 ab	21.633 ± 1.950 ab	21.668 ± 2.911 ab	2,201
Adesividade² (g.s)	RC _{UHT} 5°C	-45.717 ± 30.194 a	-50.484 ± 43.870 ab	-46.150 ± 32.122 a	-63.227 ± 46.448 b	-55.742 ± 53.838 ab	-52.634 ± 40.356 ab	-48.834 ± 38.021 ab	16,066
	RC _{UHT} 25°C	-62.724 ± 20.371 ab	-55.021 ± 25.102 a	-55.191 ± 18.569 a	-67.901 ± 26.134 b	-63.180 ± 13.850 ab	-62.416 ± 13.602 ab	-64.276 ± 20.247 ab	11,258
Elasticidade¹	RC _{UHT} 5°C	0.945 ± 0.049 a	0.927 ± 0.057 ab	0.949 ± 0.042 a	0.954 ± 0.032 a	0.926 ± 0.060 ab	0.906 ± 0.038 b	0.932 ± 0.055 ab	0,035
	RC _{UHT} 25°C	0.972 ± 0.025 ab	0.941 ± 0.051 b	0.959 ± 0.030 ab	0.970 ± 0.025 ab	0.980 ± 0.008 a	0.970 ± 0.022 ab	0.964 ± 0.021 ab	0,033
Coesividade¹	RC _{UHT} 5°C	0.775 ± 0.067 b	0.782 ± 0.066 b	0.784 ± 0.056 b	0.804 ± 0.072 ab	0.803 ± 0.086 ab	0.848 ± 0.145 a	0.799 ± 0.075 b	0,047
	RC _{UHT} 25°C	0.809 ± 0.053 a	0.818 ± 0.050 a	0.813 ± 0.030 a	0.830 ± 0.044 a	0.831 ± 0.032 a	0.833 ± 0.034 a	0.829 ± 0.050 a	0,027

¹ Valores adimensionais ² Valores negativos

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

4.3.3 Perfil de Textura do requeijão cremoso light (copo) e requeijão cremoso light UHT (RCL e RCL_{UHT}) durante a estocagem a 5°C

O perfil de textura dos requeijões (RCL e RCL_{UHT}) descrito pelos parâmetros (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade), obtido pela análise de textura em Texturômetro TA-XT2 (TPA), está apresentado na Tabela 24.

Tabela 24: Comparação dos parâmetros de textura entre o RCL e RCL_{UHT} ao longo do período de estocagem (1, 30, 60 e 90 dias) (n = 3).

Parâmetro	Amostra	Dias			
		1	30	60	90
Firmeza (g)	RCL	63,359± 25,027 a	66,068± 24,363 a	74,681± 39,942 a	70,947± 29,467 a
	RCL_{UHT}	31,988± 11,904 b	42,611± 9,539 b	44,520± 13,800 b	47,241± 15,122 b
	d.m.s.(5%)	19,584	18,488	29,861	23,404
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,14 p = 0,9325			
Adesividade² (g.s)	RCL	-314,122± 140,44 a	-321,012± 131,168 a	-360,002± 199,179 a	-336,347± 148,198 a
	RCL_{UHT}	-139,786± 81,693 b	-193,203± 68,794 b	-205,716± 83,402 b	-217,670± 83,343 a
	d.m.s.(5%)	114,810	104,660	152,590	120,15
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,19 p = 0,9049			
Elasticidade¹	RCL	0,986± 0,003 a	0,982± 0,003 b	0,983± 0,003 b	0,980 ± 0,005 b
	RCL_{UHT}	0,981± 0,017 a	0,988 ± 0,003 a	0,989 ± 0,001 a	0,988 ± 0,003 a
	d.m.s.(5%)	0,012	0,003	0,002	0,004
Interação A*t	n.s.	F calculado = 1,36 p = 0,2337			
Coesividade¹	RCL	0,917 ± 0,052 a	0,893± 0,026 a	0,899 ± 0,040 a	0,894 ± 0,023 a
	RCL_{UHT}	0,893± 0,026 b	0,857± 0,044 a	0,858 ± 0,052 a	0,868 ± 0,036 a
	d.m.s.(5%)	0,052	0,036	0,047	0,030
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,68 p = 0,5686			

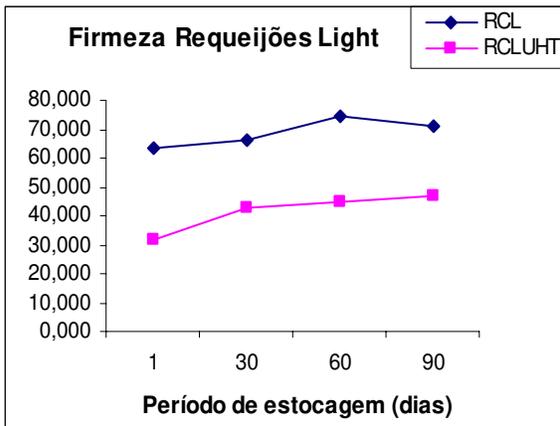
¹ Valores adimensionais ² Valores negativos Médias seguidas da mesma letra na vertical (por parâmetro) em cada período de estocagem não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa (p<0,05).

Na Tabela 24 observa-se que há diferença significativa entre os requeijões (RCL e RCL_{UHT}) nos parâmetros de textura na maioria dos tempos de estocagem (n = 3). Quando se observa a composição dos requeijões na Tabela 9 verifica-se que não há diferença significativa entre os mesmos (exceto no teor de lactose e Mg), porém o extrato seco total (EST), o extrato seco desengordurado (ESD) e relação proteína/gordura (Ptn/G) são numericamente maiores no requeijão cremoso light (%EST 25,98, %ESD 16,73 e Ptn/G 1,64) em comparação com o requeijão cremoso light UHT (%EST 25,60, %ESD 15,89 e Ptn/G 1,49), o que de acordo com OLSON; PRICE (1961) e SHARP et al. (1936) apud RAPACCI (1997), pode parcialmente explicar a maior firmeza do requeijão cremoso light (copo). Além disso, as diferenças encontradas nos parâmetros de textura dos requeijões cremosos light se devem às quantidades de WPC-34% utilizadas e aos efeitos dos tratamentos térmico e mecânico no qual o requeijão cremoso light UHT é submetido. Também pode-se observar na Tabela 23 que não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os parâmetros de textura (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.

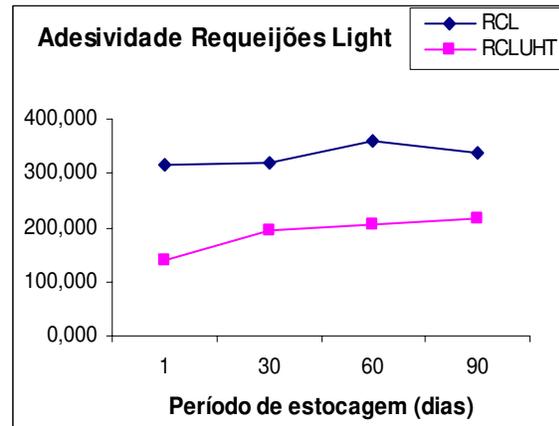
As diferenças na textura do requeijão cremoso light UHT são desejáveis e necessárias de forma que o produto possa ser esterilizado, acondicionado na embalagem e manipulado para seu consumo.

A Figura 23 representa graficamente os resultados da firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade do RCL e RCL_{UHT} (n = 3).

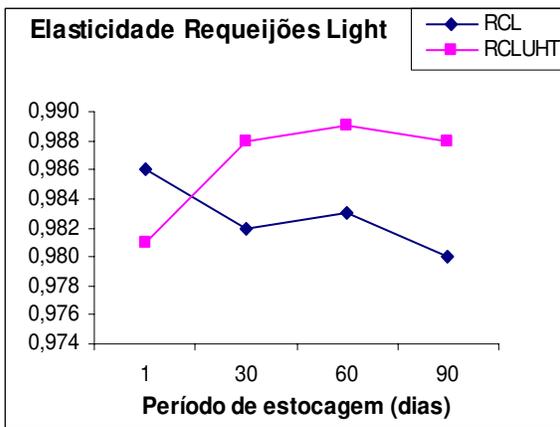
(A)



(B)



(C)



(D)

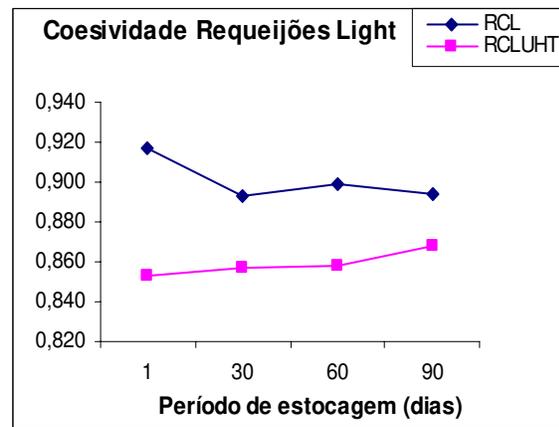


Figura 23: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RCL e RCL_{UHT} (n = 3), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

4.3.4 Perfil de Textura do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C

O perfil de textura do RCL_{UHT} durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C descrito pelos parâmetros (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) obtido pela análise de textura em Texturômetro TA-XT2, operando no módulo TPA está apresentado na Tabela 25 e na Figura 24.

Tabela 25: Comparação dos parâmetros de textura entre o RCL_{UHT} estocado a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem (1, 30, 60, 90 120, 150 e 180 dias) (n = 3).

Parâmetro de Textura	Dias							
	1d	30d	60d	90d	120d	150d	180d	
Firmeza (g)	RCL _{UHT} 5°C	31,988 ± 11,904 a	42,611 ± 9,539 a	44,520 ± 13,800 a	47,242 ± 15,122 a	46,078 ± 15,110 a	50,246 ± 11,522 a	57,948 ± 4,170 a
	RCL _{UHT} 25°C	37,914 ± 20,501 a	36,451 ± 12,255 a	44,380 ± 12,015 a	34,537 ± 4,357 b	40,677 ± 8,708 a	44,153 ± 3,218 a	52,452 ± 2,126 b
	d.m.s.(5%)	16,752	10,974	12,930	11,120	12,323	2,998	3,308
Interação A*t	n.s.	F calculado = 1,14	p = 0,3425					
Adesividade² (g.s)	RCL _{UHT} 5°C	-139,790 ± 81,693 a	-193,200 ± 68,794 a	-205,720 ± 83,403 a	-217,670 ± 83,343 a	-204,290 ± 78,575 a	-211,740 ± 64,851 a	-243,580 ± 41,782 a
	RCL _{UHT} 25°C	-120,030 ± 55,696 a	-160,590 ± 79,108 a	-201,620 ± 73,536 a	-133,140 ± 26,663 b	-168,350 ± 46,161 a	-173,660 ± 20,547 a	-206,950 ± 25,888 b
	d.m.s.(5%)	69,867	74,081	78,572	61,834	64,396	48,071	34,733
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,68	p = 0,6634					
Elasticidade¹	RCL _{UHT} 5°C	0,981 ± 0,017 a	0,988 ± 0,003 a	0,989 ± 0,001 a	0,988 ± 0,003 a	0,989 ± 0,005 a	0,988 ± 0,004 a	0,989 ± 0,003 a
	RCL _{UHT} 25°C	0,982 ± 0,018 a	0,987 ± 0,003 a	0,988 ± 0,002 a	0,988 ± 0,004 a	0,984 ± 0,006 a	0,988 ± 0,003 a	0,978 ± 0,012 b
	d.m.s.(5%)	0,018	0,003	0,002	0,004	0,006	0,003	0,009
Interação A*t	n.s.	F calculado = 1,26	p = 0,2806					
Coesividade¹	RCL _{UHT} 5°C	0,853 ± 0,052 a	0,857 ± 0,044 a	0,858 ± 0,052 a	0,868 ± 0,036 a	0,846 ± 0,049 a	0,833 ± 0,038 a	0,825 ± 0,042 a
	RCL _{UHT} 25°C	0,859 ± 0,060 a	0,842 ± 0,031 a	0,840 ± 0,047 a	0,820 ± 0,038 b	0,821 ± 0,044 a	0,814 ± 0,038 a	0,807 ± 0,050 a
	d.m.s.(5%)	0,056	0,038	0,050	0,037	0,047	0,038	0,046
Interação A*t	n.s.	F calculado = 0,56	p = 0,7612					

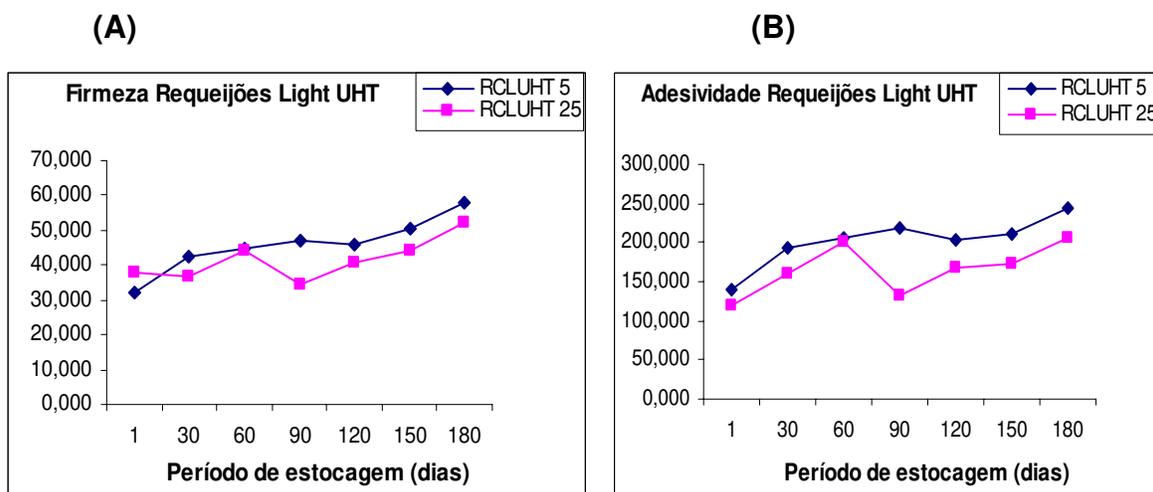
¹Valores adimensionais ²Valores negativos

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa (p<0,05).

Pode-se verificar na Tabela 25 que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos atributos de textura entre os RCL_{UHT} estocados a 5°C e 25°C nos dias 1, 30, 60, 120 e 150 do período de estocagem. Porém, em 90 dias de estocagem a firmeza, adesividade e coesividade, e em 180 dias de estocagem a firmeza, adesividade e elasticidade do RCL_{UHT} estocado a 25°C foram significativamente menores em comparação com o RCL_{UHT} estocado a 5°C. Também observa-se que a interação entre as amostras e o tempo de estocagem não foi significativa, ou seja, a temperatura de estocagem não afetou os atributos de textura ao longo do período de estocagem. Portanto, é necessário uma avaliação mais efetiva para concluir o efeito de tais temperaturas de estocagem no perfil de textura dos requeijões UHT, de forma a definir o período no qual o requeijão cremoso light UHT poderia ser mantido a temperatura ambiente (25°C), sem prejuízos as suas características de textura.

Deve-se também avaliar o efeito da temperatura de estocagem sobre as características de textura dos requeijões por meio da análise sensorial. Através dos resultados obtidos no estudo da vida de prateleira (“shelf-life”) dos requeijões cremosos light UHT pode-se determinar o período de estocagem aconselhável nestas temperaturas (5 e 25°C), de forma que garantam ao produto a qualidade e a segurança necessários para o seu consumo.

A Figura 24 representa graficamente os resultados da firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade dos requeijões cremosos light UHT (5 e 25°C), ($n = 3$).



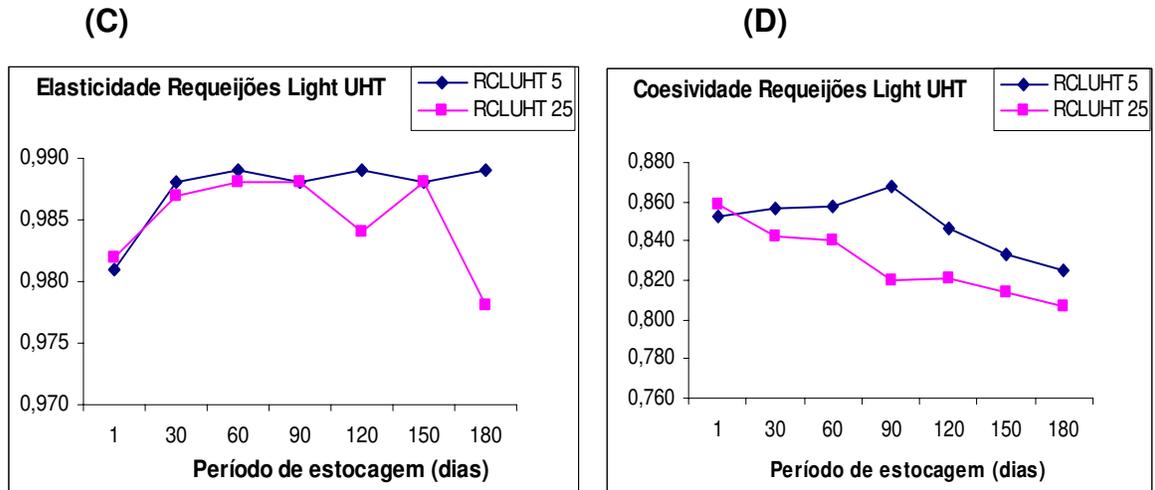


Figura 24: Gráficos obtidos para os parâmetros firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C) e coesividade (D) na avaliação do perfil de textura das amostras de RCL_{UHT} estocadas a 5 e 25°C, ao longo do período de estocagem de 180 dias.

4.4 COR

Embora a cor seja definida através de uma escala tridimensional (L^* , a^* , b^*), para a avaliação dos requeijões cremosos somente os parâmetros L^* (luminosidade, variando do branco ao negro) e b^* ($+b$, amarelo) foram utilizados, visto que a cor dos queijos fundidos varia do creme ao branco. Valores de cor CIELab podem ser aplicados para caracterizar reações de escurecimento em tratamentos térmicos como indicador da severidade destes tratamentos. Foi avaliado o índice de brancura (IB) - Hunter Lab dos requeijões, considerando que reações de oxidação e escurecimento (Maillard) podem alterar a cor dos mesmos causando escurecimento ou tornando o produto mais amarelado e conseqüentemente levar à diminuição do índice de brancura. O Índice de brancura foi calculado pelo programa de cor do colorímetro utilizando a equação de Taube's (Whiteness):

$$W = 3,388Z - 3 Y$$

onde X, Y e Z são os valores dos triestímulos obtidos da combinação das cores primárias (triângulo X Y Z do sistema colorimétrico CIE), para formar uma determinada cor.

4.4.1 Cor dos requeijões cremosos (RC e RC_{UHT}) durante a estocagem a 5°C

As Figuras 25, 26 e 27 representam os resultados médios da cor (b^* , L^* e IB) para os requeijões cremosos (RC e RC_{UHT}) durante o período de 90 dias de estocagem a 5°C.

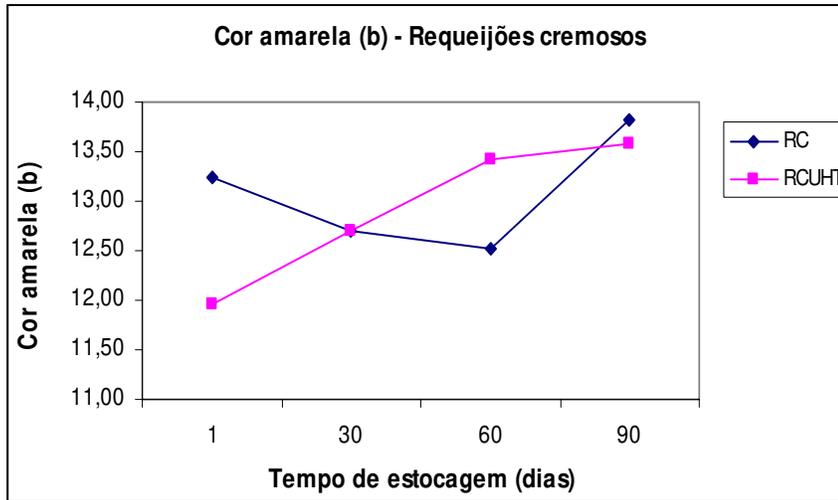


Figura 25: Cor amarela (b) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C.

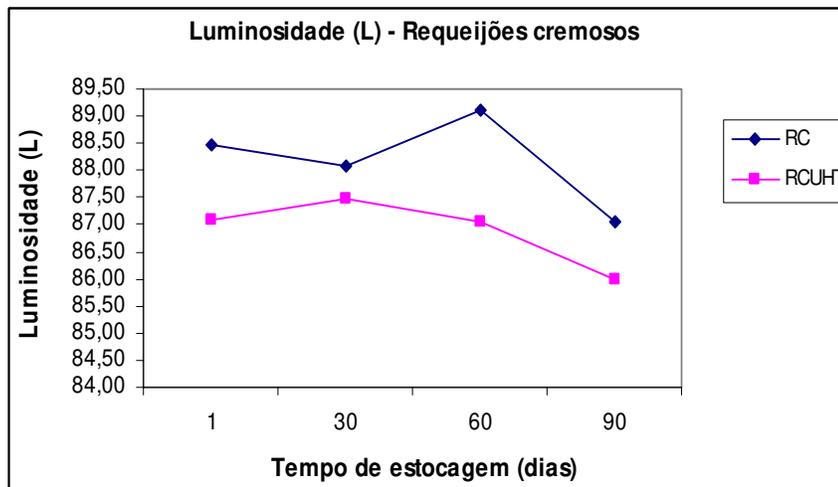


Figura 26: Luminosidade (L) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C.

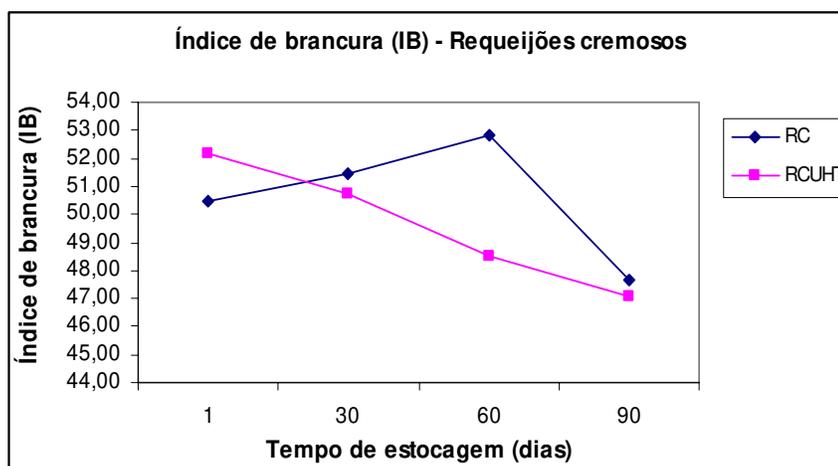


Figura 27: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C.

Na tabela 26 observam-se os valores médios de L, b e IB dos requeijões (RC e RC_{UHT}). Apesar das Figuras 25, 26 e 27 mostrarem uma tendência dos valores de Luminosidade (L) e índice de brancura (IB) diminuírem e do valor da cor amarela (b) aumentar, ao longo do período de estocagem dos requeijões, não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, nos parâmetros de cor (L, b e IB) dos requeijões, em cada período de estocagem. De acordo com GIGANTE (1998), MEYER (1973), e FURTADO; LOURENÇO NETO (1994) a cor amarela b* pode ser influenciada pelo teor de lactose, uso de CPS, teor de EST e GES, e pH. Pode-se sugerir que não houve diferença significativa na cor amarela b* dos requeijões devido à composição físico-química similar dos requeijões e ao tratamento térmico adequado.

Também pode-se observar na Tabela 26 que não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os parâmetros de cor das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.

Tabela 26: Resultados da análise de cor (L^* , b^* , IB) do requeijão cremoso (RC), requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante o período de estocagem de 90 dias a $5^{\circ}C$ ($n = 3$).

Dias	Variável	RC	RC_{UHT} $5^{\circ}C$	d.m.s.(5%)
1d	Luminosidade (L^*)	$88,48 \pm 1,13$ a	$87,10 \pm 1,02$ a	2,64
	Amarelo (b^*)	$13,23 \pm 1,73$ a	$11,96 \pm 2,65$ a	5,97
	Índice Brancura	$50,50 \pm 5,40$ a	$52,18 \pm 5,48$ a	13,66
30d	Luminosidade (L^*)	$88,09 \pm 3,04$ a	$87,47 \pm 0,84$ a	4,72
	Amarelo (b^*)	$12,70 \pm 1,99$ a	$12,70 \pm 2,56$ a	5,70
	Índice Brancura	$51,46 \pm 7,89$ a	$50,74 \pm 5,67$ a	16,12
60d	Luminosidade (L^*)	$89,11 \pm 0,70$ a	$87,05 \pm 1,04$ a	2,81
	Amarelo (b^*)	$12,53 \pm 1,58$ a	$13,42 \pm 2,25$ a	4,81
	Índice Brancura	$52,84 \pm 4,63$ a	$48,53 \pm 4,48$ a	10,47
90d	Luminosidade (L^*)	$87,04 \pm 3,07$ a	$85,99 \pm 0,97$ a	5,06
	Amarelo (b^*)	$13,81 \pm 1,80$ a	$13,59 \pm 2,79$ a	5,87
	Índice Brancura	$47,66 \pm 7,26$ a	$47,10 \pm 7,48$ a	17,10
Interação A*t	$L^* = n.s.$	F calculado = 0,18	$p = 0,9086$	
	$b^* = n. s.$	F calculado = 0,24	$p = 0,8662$	
	IB = n. s.	F calculado = 0,24	$p = 0,8653$	

Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa ($p < 0,05$).

4.4.2 Cor do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e $25^{\circ}C$

As Figuras 28, 29 e 30 representam os resultados médios da cor (b^* , L^* e IB) para o requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}), durante o período de 180 dias de estocagem a 5 e $25^{\circ}C$.

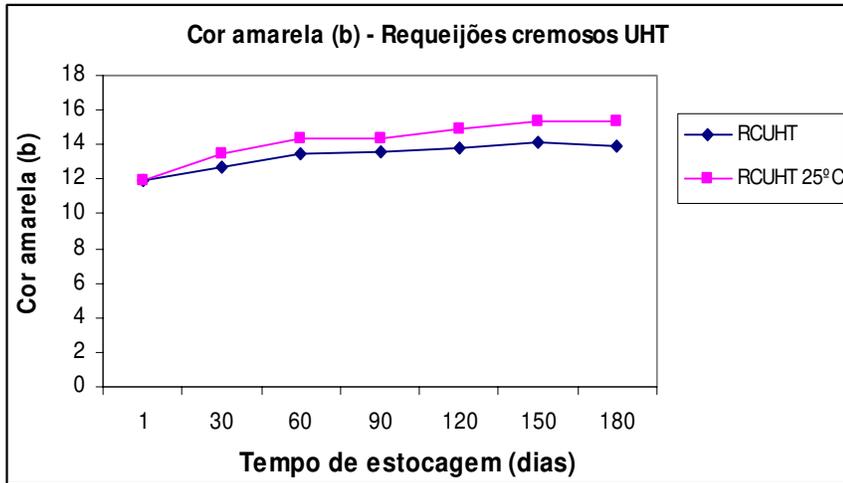


Figura 28: Cor amarela (b) do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.

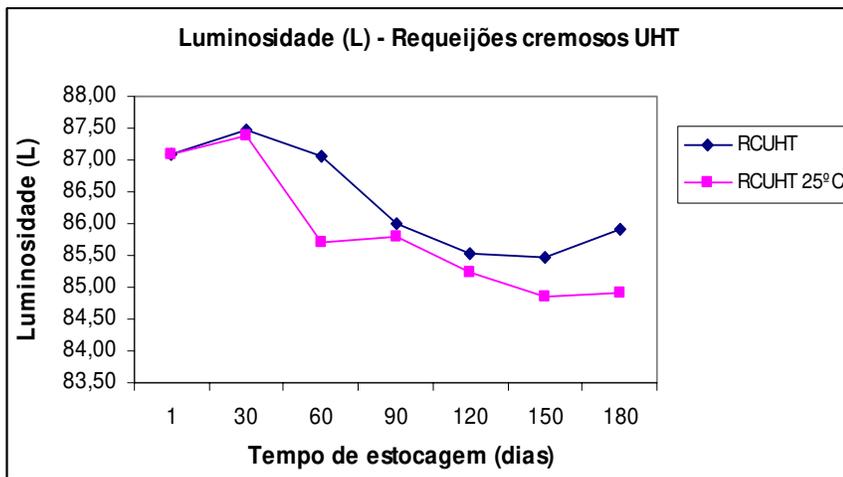


Figura 29: Luminosidade (L) do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.

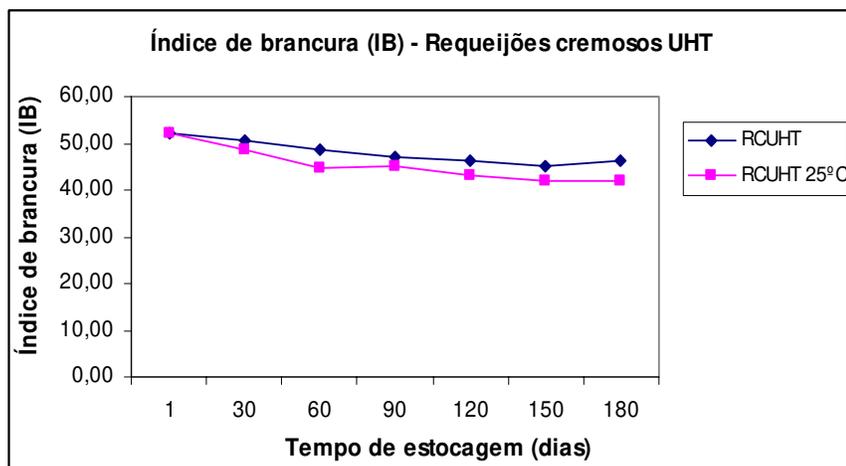


Figura 30: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.

Na tabela 27 observam-se os valores médios de L, b e IB do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante o período de 180 dias de estocagem a 5 e 25°C. Não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, nos parâmetros de cor (L, b e IB) do RC_{UHT} , quando mantidos nas temperaturas de estocagem de 5 e 25°C. Também pode-se observar que não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, a temperatura de estocagem não afetou significativamente os parâmetros de cor do RC_{UHT} , ao longo do período de estocagem de 180 dias a 5 e 25°C. Portanto, de acordo com a análise de cor instrumental o requeijão cremoso UHT poderá ser acondicionado ou mantido na temperatura de 25°C sem causar problemas de cor no produto (escurecimento) durante o período de 180 dias. No entanto, o estudo da vida de prateleira do requeijão cremoso UHT através da análise sensorial mostra-se imprescindível na determinação do período de validade do produto, no qual o mesmo poderá ser mantido à temperatura ambiente (25°C) sem sofrer alterações perceptíveis sensorialmente, de forma a ser considerado seguro e adequado ao consumo.

Tabela 27: Resultados da análise de cor (L^* , b^* , IB) do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante o período de estocagem de 180 dias a 5 e 25°C (n = 3).

Dias	Variável	RC_{UHT} 5°C	RC_{UHT} 25°C	d.m.s.(5%)
1d	Luminosidade (L^*)	87,10 ± 1,02 a	87,10 ± 1,02 a	2,64
	Amarelo (b^*)	11,96 ± 2,65 a	11,96 ± 2,65 a	5,97
	Índice Brancura	52,18 ± 5,48 a	52,18 ± 5,48 a	13,66
30d	Luminosidade (L^*)	87,47 ± 0,84 a	87,37 ± 0,81 a	4,72
	Amarelo (b^*)	12,70 ± 2,56 a	13,50 ± 2,25 a	5,70
	Índice Brancura	50,74 ± 5,67 a	48,70 ± 5,47 a	16,12
60d	Luminosidade (L^*)	87,05 ± 1,04 a	85,72 ± 1,48 a	2,81
	Amarelo (b^*)	13,42 ± 2,25 a	14,40 ± 1,89 a	4,81
	Índice Brancura	48,53 ± 4,48 a	44,83 ± 3,30 a	10,47
90d	Luminosidade (L^*)	85,99 ± 0,97 a	85,79 ± 1,36 a	5,06
	Amarelo (b^*)	13,59 ± 2,79 a	14,40 ± 2,34 a	5,87
	Índice Brancura	47,10 ± 7,48 a	44,92 ± 5,58 a	17,10
120d	Luminosidade (L^*)	85,52 ± 0,83 a	85,24 ± 0,39 a	1,46
	Amarelo (b^*)	13,79 ± 2,55 a	14,89 ± 2,67 a	5,92
	Índice Brancura	46,10 ± 5,33 a	43,23 ± 6,08 a	3,93
150d	Luminosidade (L^*)	85,47 ± 0,96 a	84,86 ± 0,52 a	1,75
	Amarelo (b^*)	14,12 ± 2,48 a	15,30 ± 2,42 a	5,55
	Índice Brancura	45,26 ± 5,15 a	41,90 ± 5,63 a	12,24
180d	Luminosidade (L^*)	85,92 ± 0,41 a	84,92 ± 0,62 a	1,19
	Amarelo (b^*)	13,94 ± 2,38 a	15,35 ± 2,56 a	5,61
	Índice Brancura	46,16 ± 5,31 a	41,85 ± 5,94 a	12,77
Interação A*t	L^* = n.s.	F calculado = 0,44	p = 0,8478	
	b^* = n. s.	F calculado = 0,05	p = 0,9994	
	IB = n. s.	F calculado = 0,10	p = 0,9960	

Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa ($p < 0,05$).

4.4.3 Cor dos requeijões cremosos light (RCL e RCL_{UHT}) durante a estocagem a 5°C

As Figuras 31, 32 e 33 representam os resultados médios da cor (b^* , L^* e IB) para os requeijões cremosos light (RCL e RCL_{UHT}), durante o período de 90 dias de estocagem a 5°C.

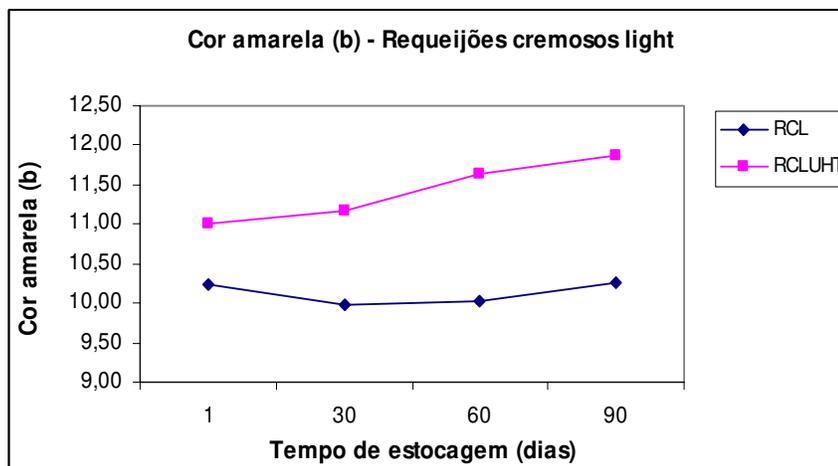


Figura 31: Cor amarela (b) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C.

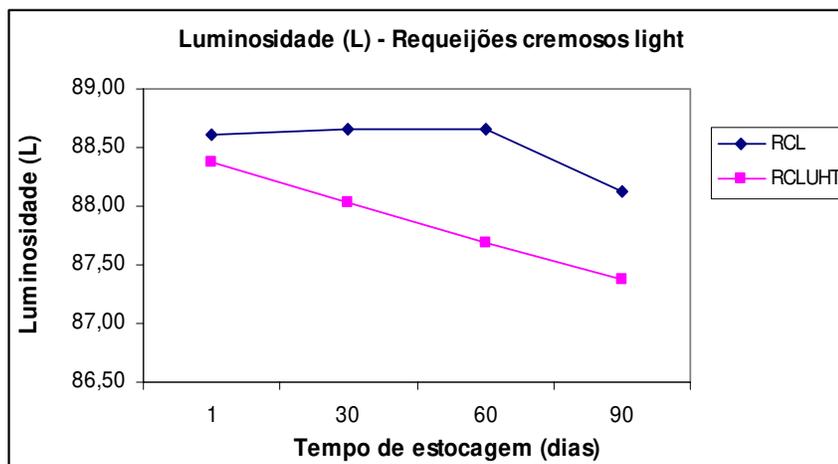


Figura 32: Luminosidade (L) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C.

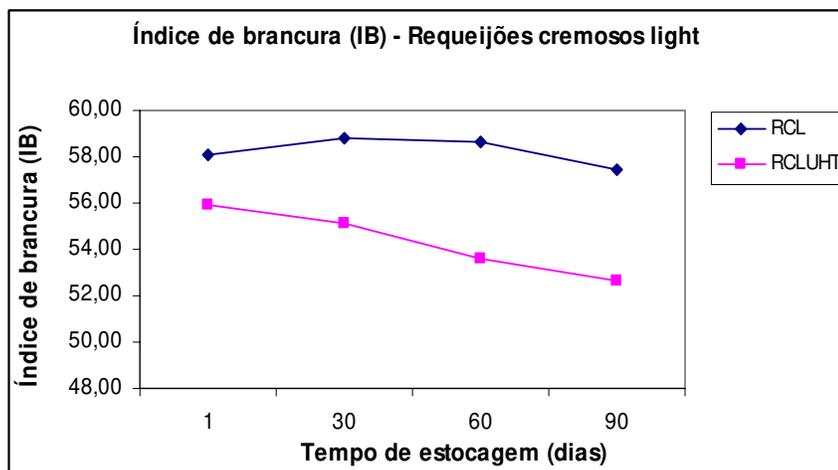


Figura 33: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) estocados durante 90 dias a 5°C.

Nas Figuras 31, 32 e 33 observam-se que os valores de Luminosidade (L) e índice de brancura (IB) diminuem e o valor da cor amarela (b) aumenta numericamente, ao longo do período de estocagem dos requeijões cremosos light. Na tabela 28 pode-se observar através dos valores médios de L, b e IB dos requeijões (RCL e RCL_{UHT}) que não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, nos parâmetros de cor (L, b e IB), em cada período de estocagem. Também pode-se observar na Tabela 28 que não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os parâmetros de cor das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.

Tabela 28: Resultados da análise de cor (L^* , b^* , IB) do requeijão cremoso light (RCL), requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) durante o período de estocagem de 90 dias a 5°C (n = 3).

Dias	Variável	RCL	RCL_{UHT} 5°C	d.m.s.(5%)
1d	Luminosidade (L^*)	88,61 ± 0,69 a	88,38 ± 0,69 a	1,73
	Amarelo (b^*)	10,23 ± 1,57 a	11,01 ± 2,04 a	4,75
	Índice Brancura	58,10 ± 4,35 a	55,90 ± 5,80 a	13,42
30d	Luminosidade (L^*)	88,66 ± 0,91 a	88,03 ± 1,16 a	2,36
	Amarelo (b^*)	9,97 ± 1,59 a	11,18 ± 2,04 a	4,49
	Índice Brancura	58,80 ± 4,80 a	55,10 ± 6,24 a	13,45
60d	Luminosidade (L^*)	88,65 ± 0,89 a	87,68 ± 0,98 a	2,14
	Amarelo (b^*)	10,03 ± 1,58 a	11,64 ± 2,01 a	4,24
	Índice Brancura	58,64 ± 4,72 a	53,57 ± 5,96 a	12,48
90d	Luminosidade (L^*)	88,13 ± 0,15 a	87,37 ± 0,84 a	1,51
	Amarelo (b^*)	10,27 ± 1,24 a	11,88 ± 2,00 a	4,17
	Índice Brancura	57,45 ± 3,25 a	52,66 ± 5,77 a	11,75
Interação A*t	L^* = n.s.	F calculado = 0,21	p = 0,8898	
	b^* = n. s.	F calculado = 0,07	p = 0,9727	
	IB = n. s.	F calculado = 0,09	p = 0,9622	

Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa (p<0,05).

4.4.4 Cor do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) durante 180 dias de estocagem a 5 e 25°C

As Figuras 34, 35 e 36 representam os resultados médios da cor (b^* , L^* e IB) para o requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}), durante o período de 180 dias de estocagem a 5 e 25°C.

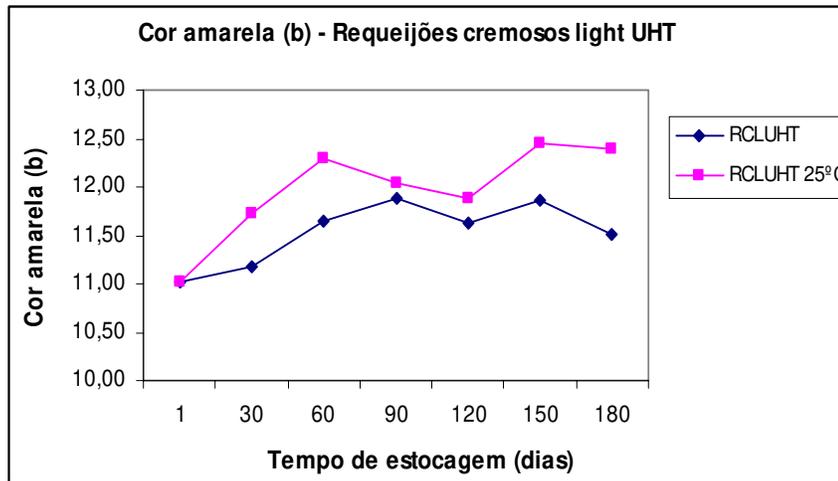


Figura 34: Cor amarela (b) do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.

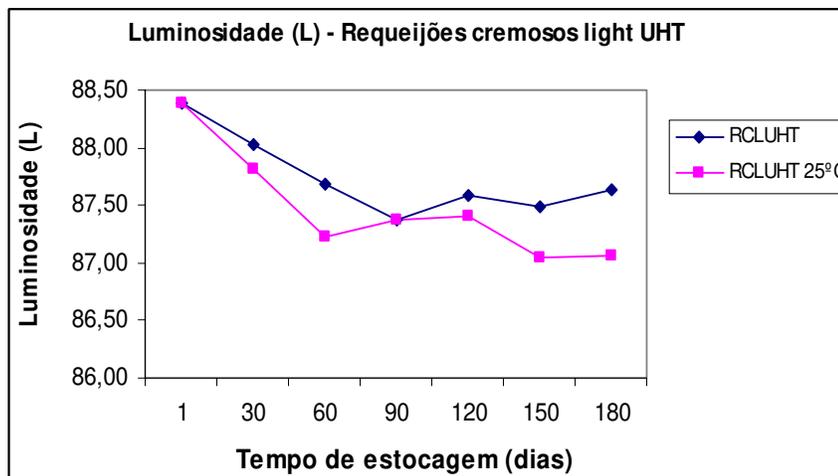


Figura 35: Luminosidade (L) do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.

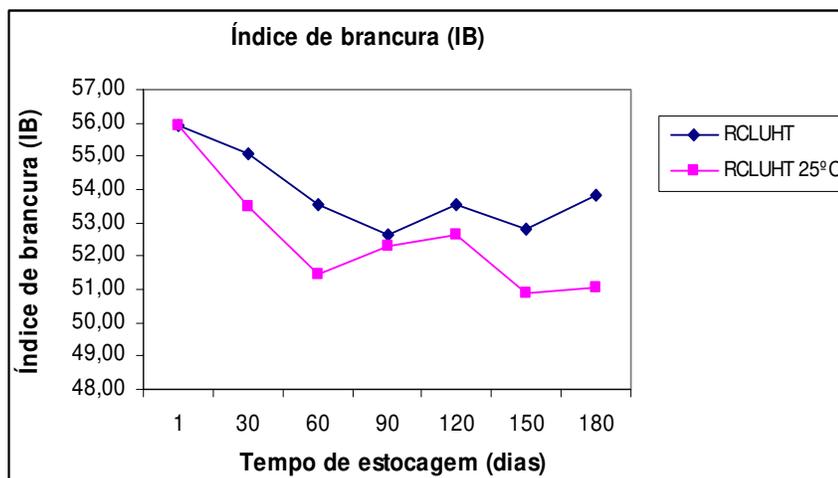


Figura 36: Índice de brancura (IB) do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) estocado durante 180 dias a 5 e 25°C.

Na tabela 29 observam-se os valores médios de L, b e IB do requeijão cremoso light UHT (RC_{UHT}) durante o período de 180 dias de estocagem a 5 e 25°C. Não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, nos parâmetros de cor (L, b e IB) do RCL_{UHT} , quando mantido nas temperaturas de estocagem de 5 e 25°C. Também pode-se observar que não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, as temperaturas de estocagem não afetaram significativamente os parâmetros de cor do RCL_{UHT} , ao longo do período de estocagem de 180 dias a 5 e 25°C. Portanto, de acordo com a análise de cor instrumental o requeijão cremoso light UHT poderá ser acondicionado ou mantido na temperatura de 25°C sem causar problemas de cor no produto durante o período de 180 dias. No entanto, o estudo da vida de prateleira do requeijão cremoso light UHT por meio da análise sensorial mostra-se imprescindível na determinação do período de validade do produto, no qual o mesmo poderá ser mantido à temperatura ambiente (25°C) sem sofrer alterações perceptíveis sensorialmente, de forma a ser considerado seguro e adequado ao consumo.

Tabela 29: Resultados da análise de cor (L^* , b^* , IB) do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) durante o período de estocagem de 180 dias a 5 e 25°C ($n = 3$).

Dias	Variável	RCL_{UHT} 5°C	RCL_{UHT} 25°C	d.m.s.(5%)
1d	Luminosidade (L^*)	88,38 ± 0,69 a	88,38 ± 0,69 a	1,73
	Amarelo (b^*)	11,01 ± 2,04 a	11,01 ± 2,04 a	4,75
	Índice Brancura	55,90 ± 5,80 a	55,90 ± 5,80 a	13,42
30d	Luminosidade (L^*)	88,03 ± 1,16 a	87,82 ± 0,69 a	2,36
	Amarelo (b^*)	11,18 ± 2,04 a	11,73 ± 1,72 a	4,49
	Índice Brancura	55,10 ± 6,24 a	53,48 ± 4,96 a	13,45
60d	Luminosidade (L^*)	87,68 ± 0,98 a	87,23 ± 0,66 a	2,14
	Amarelo (b^*)	11,64 ± 2,01 a	12,30 ± 1,44 a	4,24
	Índice Brancura	53,57 ± 5,96 a	51,43 ± 4,08 a	12,48
90d	Luminosidade (L^*)	87,37 ± 0,84 a	87,38 ± 0,60 a	1,51
	Amarelo (b^*)	11,88 ± 2,00 a	12,03 ± 1,66 a	4,17
	Índice Brancura	52,66 ± 5,77 a	52,29 ± 4,70 a	11,75
120d	Luminosidade (L^*)	87,58 ± 0,87 a	87,41 ± 0,59 a	1,69
	Amarelo (b^*)	11,62 ± 2,28 a	11,89 ± 1,58 a	4,45
	Índice Brancura	53,53 ± 6,52 a	52,64 ± 4,49 a	12,69
150d	Luminosidade (L^*)	87,48 ± 0,88 a	87,04 ± 0,76 a	1,86
	Amarelo (b^*)	11,86 ± 2,17 a	12,45 ± 1,41 a	4,14
	Índice Brancura	52,83 ± 6,23 a	50,87 ± 4,17 a	12,02
180d	Luminosidade (L^*)	87,64 ± 0,56 a	87,07 ± 0,68 a	1,42
	Amarelo (b^*)	11,51 ± 1,65 a	12,40 ± 1,52 a	3,60
	Índice Brancura	53,84 ± 4,62 a	51,04 ± 4,38 a	10,21
Interação A*t	$L^* = n.s.$	F calculado = 0,13	$p = 0,9912$	
	$b^* = n. s.$	F calculado = 0,04	$p = 0,9996$	
	IB = n. s.	F calculado = 0,05	$p = 0,9993$	

Interação A*t (A = amostra, t = tempo de estocagem), n.s. = não significativa ($p < 0,05$).

O tratamento térmico, como por exemplo, a esterilização UHT, pode influenciar na alteração da cor dos produtos, devido às reações de Maillard ou caramelização. Tais reações e alterações podem ser desejáveis ou indesejáveis. Quando utilizada matéria-prima com alto teor de lactose ou adição de CPS (rico em lactose), condições inadequadas de processamento e excessiva exposição do produto ao tratamento térmico o escurecimento por reação de Maillard ou caramelização são defeitos comuns que aparecem no produto segundo MEYER (1973) e FURTADO; LOURENÇO NETO (1994).

4.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (SEM)

Nas Figuras 37 e 38 observa-se a microscopia do requeijão cremoso (RC) e nas Figuras 39 e 40 a microscopia do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}). Nas Figuras 41 e 42 observa-se a microscopia do requeijão cremoso light (RCL) e nas Figuras 43 e 44 a microscopia do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}).

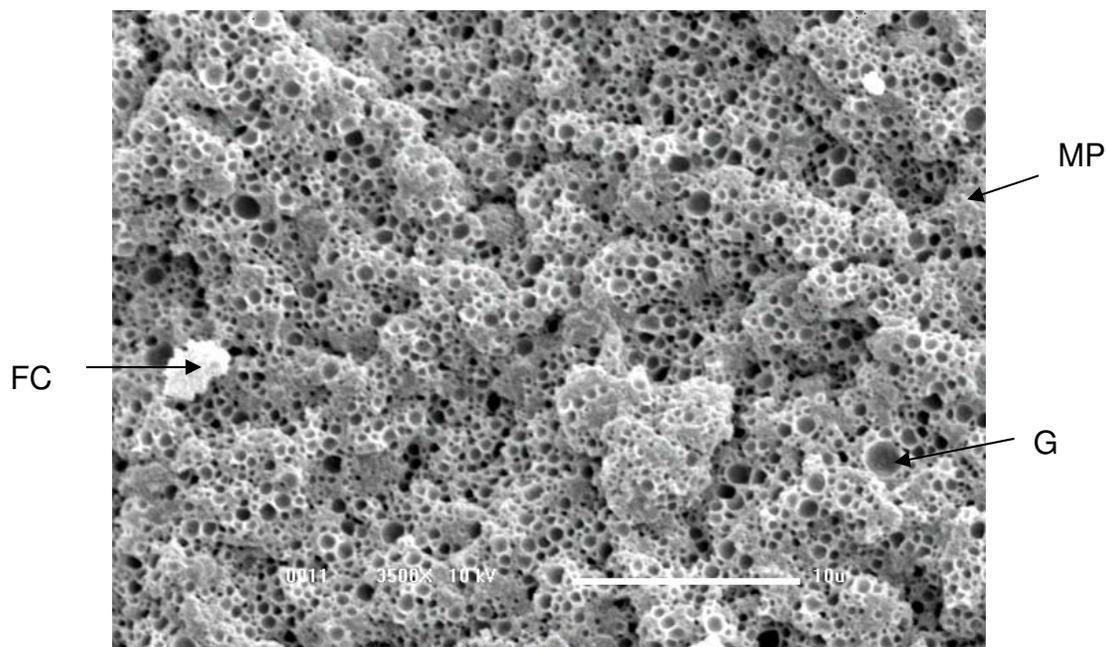


Figura 37: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC_{p3}, com teor de gordura de 18,29% e proteína total 10,77%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 90°C. Aumento de 3500 x, 10 kv. FC = cristais de fosfato de cálcio, MP = Matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura.

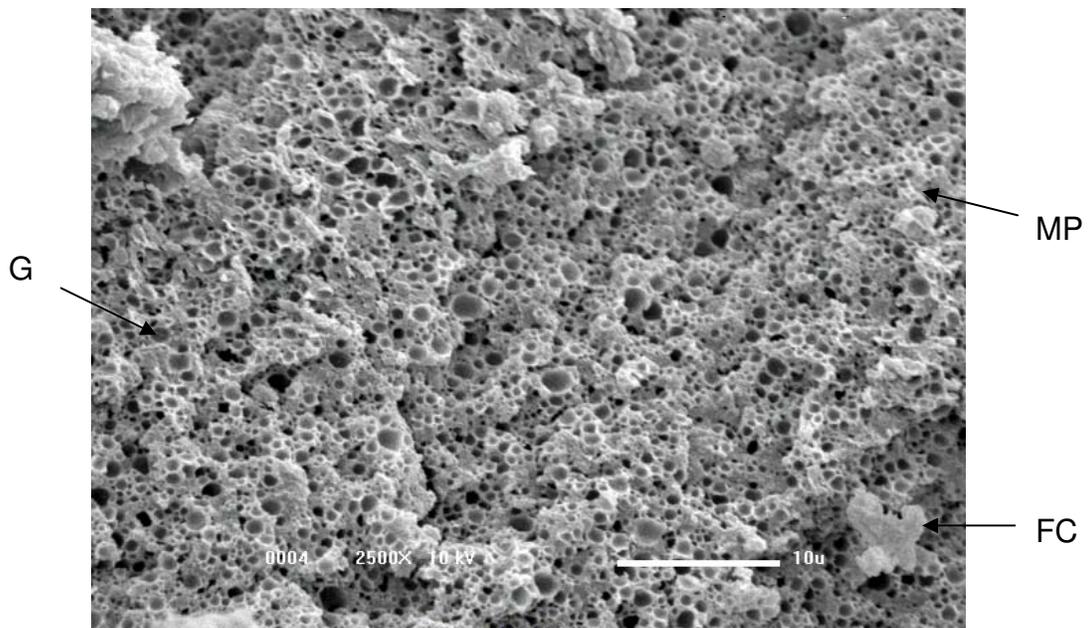


Figura 38: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC_{p5}, com teor de gordura de 20,40% e proteína total 12,52%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 90°C. Aumento de 2500 x, 10 kv.

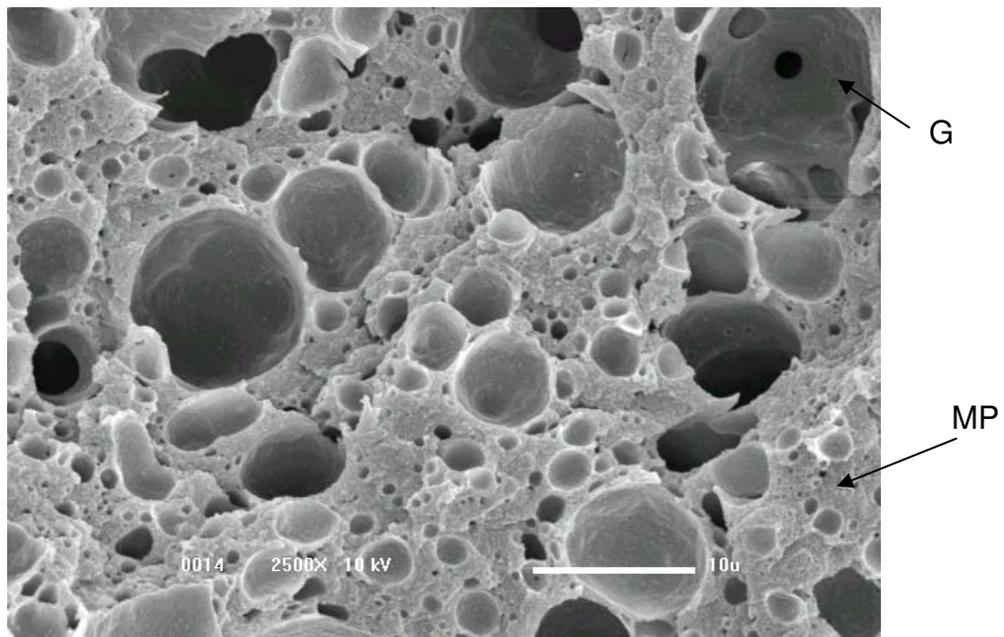


Figura 39: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC_{p3UHT}, com teor de gordura de 18,01% e proteína total 10,17%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 143°C. Aumento de 2500 x, 10 kv.

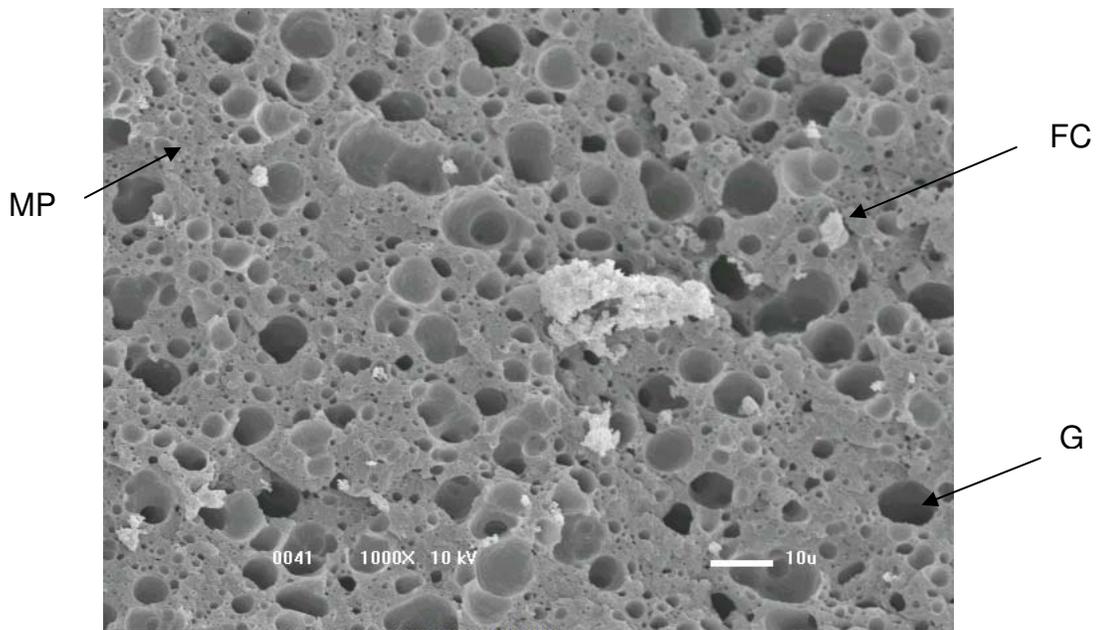


Figura 40: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RC_{p5UHT}, com teor de gordura de 20,45% e proteína total 12,21%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente, e tratamento térmico até 143°C. Aumento de 1000 x, 10 kv.

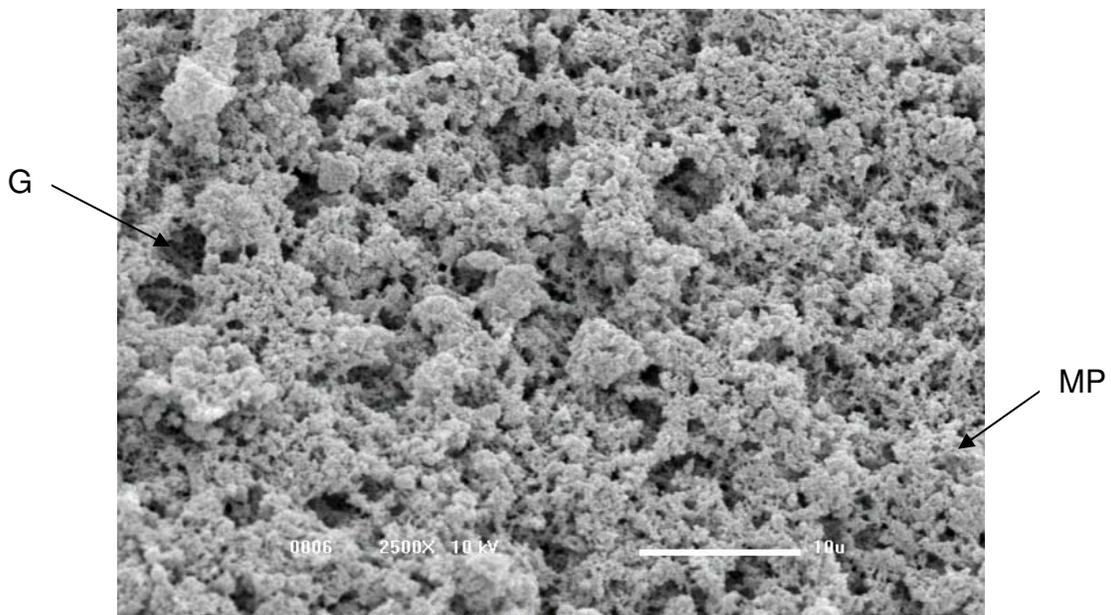


Figura 41: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL_{p6}, com teor de gordura de 11,06% e proteína total 15,38%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 90°C. Aumento de 2500 x, 10 kv.

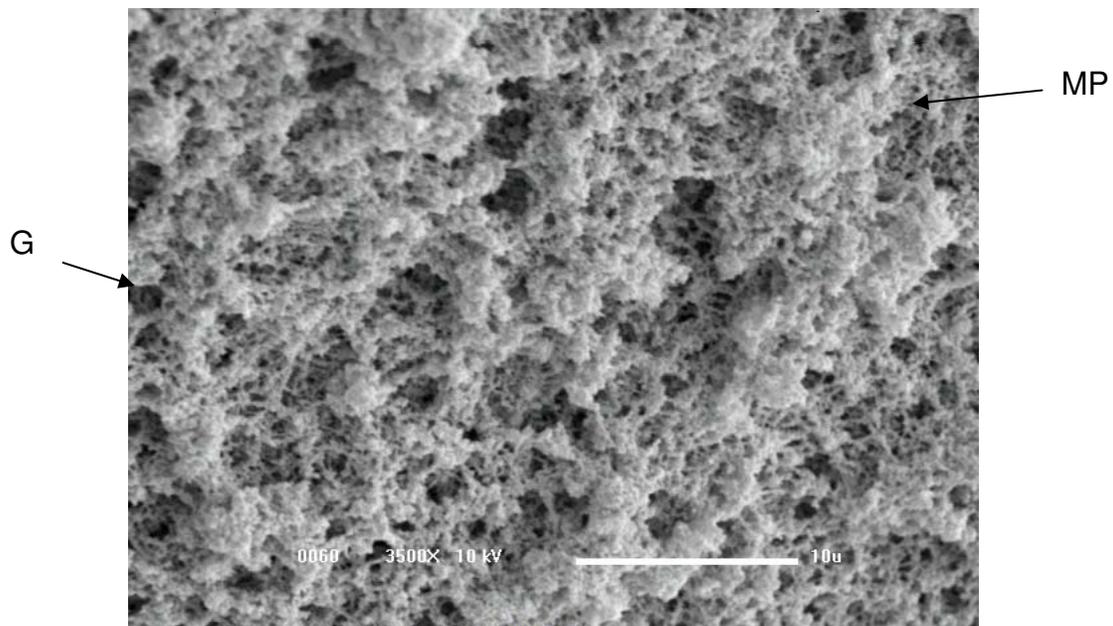


Figura 42: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL_{p8}, com teor de gordura de 8,74% e proteína total 15,62%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 90°C. Aumento de 3500 x, 10 kv.

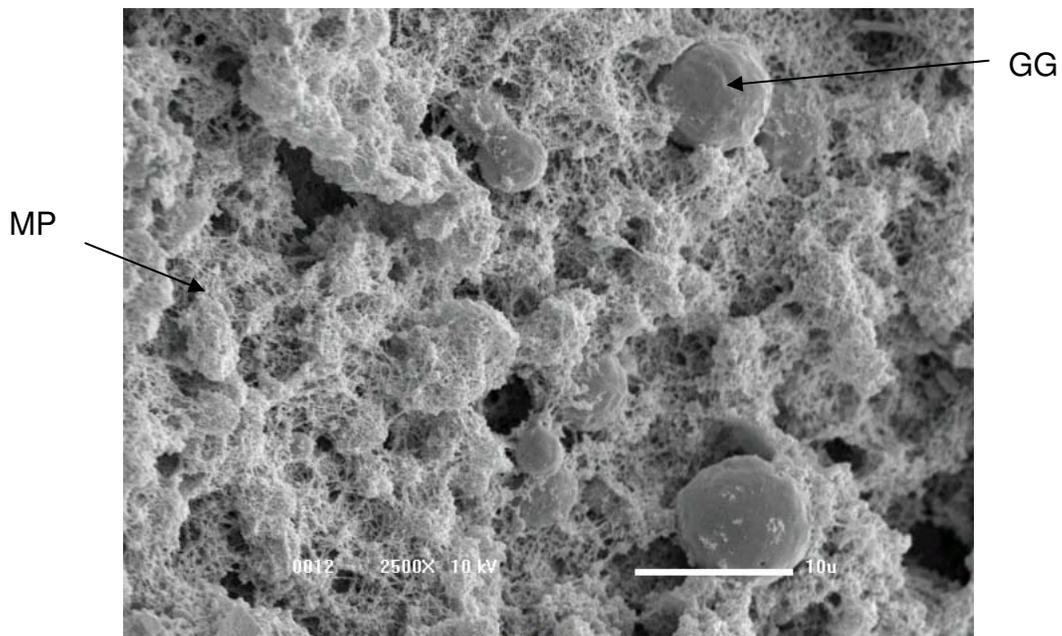


Figura 43: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL_{p6UHT}, com teor de gordura de 12,33% e proteína total 13,63%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 143°C. Aumento de 2500 x, 10 kv. GG = glóbulos de gordura

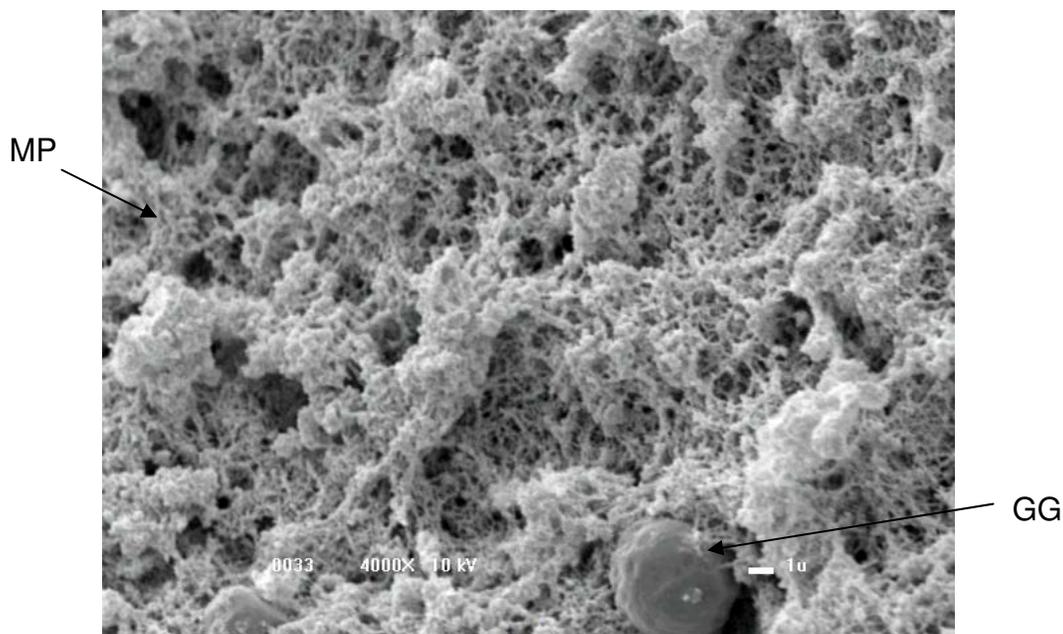


Figura 44: Microscopia eletrônica de varredura (SEM), do RCL_{p8UHT}, com teor de gordura de 8,48% e proteína total 15,74%, a partir de massa obtida por acidificação direta a quente e com WPC como substituto de gordura, tratamento térmico até 143°C. Aumento de 4000 x, 10 kv.

Não foram observados cristais na forma de agulha ou a presença de fenda na microestrutura dos requeijões, o que indicaria a presença de cristais dos sais emulsificantes. Portanto, como não foi observada a presença de tais cristais pode-se considerar que a quantidade de sal fundente utilizada foi adequada e não excessiva.

Nas Figuras 37, 38 e 40 podem ser observados alguns cristais de fosfato de cálcio nas amostras de requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}). Não foram observados cristais de fosfato de cálcio nas amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}). Os sais emulsificantes seqüestram o cálcio do complexo caseinato de cálcio, podendo conseqüentemente formar cristais de cálcio insolúveis (fosfato de cálcio) os quais devido à sua insolubilidade resistem ao processamento e podem ser observados em queijos processados, como citam KALAB (1993) e CARIC, et al. (1985).

Nas Figuras 37 e 38 observa-se a microestrutura do requeijão cremoso (RC) com inúmeros espaços vazios na matriz protéica indicando a presença inicial

de partículas de gordura na amostra, as quais foram extraídas da amostra durante a preparação da mesma para análise. De acordo com TAMIME et al., (1990), a matriz protéica é visível com espaços abertos de várias formas e tamanhos, representando os glóbulos de gordura. MISTRY; ANDERSON (1993) observaram que um grande número de glóbulos de gordura é eventualmente distribuído dentro da matriz protéica com tamanhos e formas variáveis, produzindo uma estrutura como “esponja”. Segundo ADHIKARI (1993), numerosos pequenos “vazios” foram encontrados ao longo da matriz produzindo uma típica estrutura como um “favo de mel”. Pode-se observar tal estrutura nas Figuras 37 e 38. Nas Figuras 39 e 40 observa-se a microestrutura do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}), com uma rede protéica mais esponjosa.

Verifica-se nas Figuras 37, 38, 39 e 40 que as dimensões dos glóbulos de gordura são muito maiores no requeijão cremoso UHT que no requeijão cremoso. Segundo CARIC, et al. (1985) a emulsificação reduz as dimensões das partículas de gordura, ou seja, quanto menor a dimensão dos glóbulos de gordura maior a emulsificação. De acordo com FOX et al. (2000) queijos processados mais firmes e elásticos se devem à diminuição do diâmetro médio dos glóbulos de gordura e do nível de hidratação da paracaseína. Constatou-se que apesar da similar composição físico-química, são observadas diferenças na textura dos requeijões, as quais se devem provavelmente aos diferentes tratamentos térmico e mecânico aplicados durante o processamento. Tais tratamentos, especialmente o tratamento térmico UHT, afetaram o diâmetro médio dos glóbulos de gordura e as interações hidrofóbicas intermoleculares responsáveis pela coesão do gel, o que justificaria as diferenças observadas na textura dos produtos. ROTHMANN (2000) citou que na produção de queijos processados usando processo UHT a mistura fundida é extremamente fluída devido à ausência de interações hidrofóbicas intermoleculares. Posteriormente a estrutura pode ser restaurada durante a fase de resfriamento e uma fase adicional de pós-cremificação quando as interações hidrofóbicas são reestabelecidas, porém a estrutura obtida não apresenta textura comparável à conseguida sob condições de pasteurização. Também pode-se supor que a presença de alguns espaços vazios no requeijão cremoso UHT seja

causada pela aeração da amostra ou formação de bolhas de ar durante o processo UHT, pelo bombeamento do produto.

Nas Figuras 41 e 42 observa-se a microestrutura do requeijão cremoso light (RCL), onde a matriz protéica se apresenta bastante compacta com pequeninos espaços vazios onde se encontravam os glóbulos de gordura presentes nos requeijões e que foram extraídos da matriz durante a preparação da amostra. MISTRY; ANDERSON (1993) citam que queijo processado pasteurizado com baixo teor de gordura apresenta uma rede protéica compacta. Isto provavelmente também se deve à adição de WPC, o que aumenta o teor de proteínas. PAL (2001) observou que queijo processado de caseína ácida com adição de proteínas do soro fica bem emulsionado, com glóbulos de gordura uniformes, de pequeno tamanho e espaçados. Segundo EL-SALAM, et al. (1997) a função do WPC no queijo processado espalhável pode ser explicada pela sua desnaturação térmica e capacidade emulsificante, podendo ligar mais água e aumentar a viscosidade do produto.

Nas Figuras 43 e 44 observa-se a microestrutura do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}), onde a rede protéica apresenta-se menos compacta ou mais “esponjosa” do que para o requeijão cremoso light (RCL). Também se observam visíveis glóbulos de gordura distribuídos superficialmente na rede protéica. Provavelmente os tratamentos térmico e mecânico aplicados durante o processo UHT propiciaram a formação de uma rede menos compacta, mais “esponjosa”, o que favoreceu o aparecimento dos glóbulos de gordura remanescentes na amostra de requeijão cremoso light UHT.

4.6 ELETROFORESE

O perfil eletroforético obtido para os requeijões cremosos (copo e UHT) e a massa é apresentado na Figura 45.

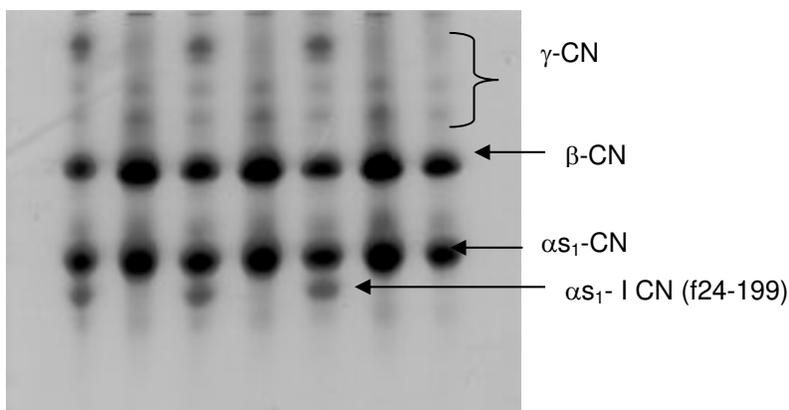


Figura 45: Eletroforese em gel de poliacrilamida (Uréia-PAGE) do requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}). Linhas 1, 3 e 5: requeijão cremoso (RC) 1 dia (P3, P4 e P5); linhas 2, 4 e 6: requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) 1 dia (P3, P4 e P5); linha 7: massa básica - P3.

Verifica-se que não houve diferença no perfil eletroforético das proteínas no requeijão cremoso (linhas 1, 3 e 5) e no requeijão cremoso UHT (linhas 2, 4 e 6), nos diferentes processamentos. Em todos os requeijões observa-se claramente a presença da β -CN e α S₁-CN. Verifica-se também o aparecimento das frações de γ -caseínas devido à degradação da β -CN por ação das proteinases do leite, especialmente a plasmina. A plasmina, maior protease do leite é extremamente termoestável, sua atividade é aumentada após o tratamento térmico ou pela inativação de inibidores naturais ou porque ela existe como um plasminogênio e é ativada pelo aquecimento. Outra proteinase, identificada como proteinase ácida, associada com caseína tem sido identificada no leite e em precipitado ácido de caseína. Além destas proteinases, o leite pode conter proteinases provenientes de microrganismos, especialmente bactérias psicrotróficas, as quais crescem durante a estocagem do leite em baixas temperaturas, e suas enzimas podem resistir ao tratamento térmico (GRAPPIN, 1985). No requeijão cremoso (RC) observa-se a presença da fração α S₁- I CN, o que pode ser atribuída à ação das proteinases do leite (plasmina) ou de microrganismos que poderiam atuar hidrolisando a α S₁-CN, originando a α S₁- I CN, o que também foi observado anteriormente por SILVA (2003). Essa hipótese é reforçada pela contagem de microrganismos nas amostras de requeijão cremoso, os quais estariam atuando durante o

congelamento e a estocagem prolongada das amostras de requeijão (mantidas sob congelamento para posterior análise de eletroforese) ocasionando o aparecimento da fração α_{S1} - I CN. No caso do requeijão cremoso UHT (isento de microrganismos) não se observou a presença da fração de α_{S1} - I CN.

O perfil eletroforético obtido para os requeijões cremosos light (copo e UHT) e a massa é apresentado na Figura 46.

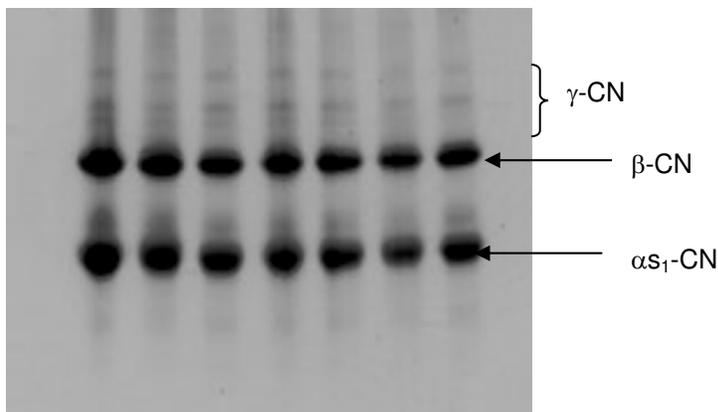


Figura 46: Eletroforese em gel de poliacrilamida (uréia-page) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCLUHT). Linhas 1, 3 e 5: requeijão cremoso light (RCL) 1 dia (P3, P4 e P5); linhas 2, 4 e 6: requeijão cremoso light UHT (RCLUHT) 1 dia (P3, P4 e P5); linha 7: massa básica – P4.

Verifica-se que não houve diferença no perfil eletroforético das proteínas no requeijão cremoso light (linhas 1, 3 e 5) e no requeijão cremoso light UHT (linhas 2, 4 e 6), nos diferentes processamentos. Observa-se na figura Y, tanto para o requeijão cremoso light quanto para o requeijão cremoso light UHT a presença das frações de β -CN, α_{S1} -CN e γ -CN, não sendo observada a fração α_{S1} - I CN, o que indica que as proteínas do soro presentes no substituto de gordura (WPC) podem atuar como material de enchimento que dilui o substrato de caseína e, portanto, acabam dificultando a proteólise (SILVA, 2003).

O perfil eletroforético obtido para os requeijões cremosos (copo e UHT) ao longo do período de estocagem é apresentado na Figura 47 e o perfil eletroforético

obtido para os requeijões cremosos light (copo e UHT) ao longo do período de estocagem é apresentado na Figura 48.

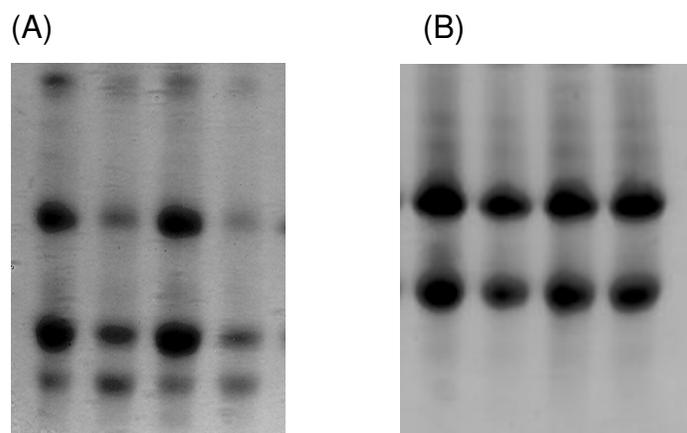


Figura 47: Eletroforese em gel de poliacrilamida (uréia-page) do requeijão cremoso (RCL) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) ao longo do período de estocagem. (A) Linhas 1, 2, 3 e 4: requeijão cremoso - 1, 30, 60 e 90 dias; (B) linhas 1, 2, 3 e 4: requeijão cremoso UHT - 1, 60, 120 e 180 dias.

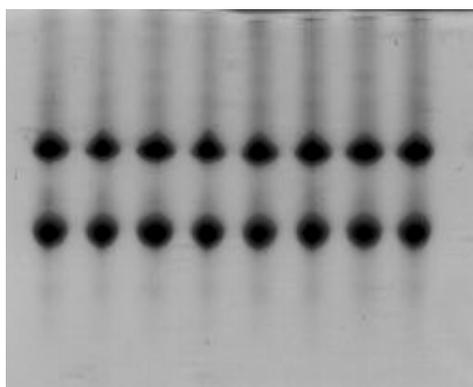


Figura 48: Eletroforese em gel de poliacrilamida (uréia-page) do requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) ao longo do período de estocagem. Linhas 1, 2, 3 e 4: requeijão cremoso light - 1, 30, 60 e 90 dias; linhas 5, 6, 7 e 8: requeijão cremoso light UHT - 1, 60, 120 e 180 dias.

Observa-se nas Figuras 47 e 48 que não houve diferença no perfil eletroforético das proteínas nos requeijões cremosos e requeijões cremosos light ao longo do período de estocagem, indicando que não ocorreu proteólise ou degradação das frações de caseína ao longo do tempo. Este fato era esperado considerando-se o tipo de coagulação (ácida a quente) e a não utilização de bactérias lácticas (fermento).

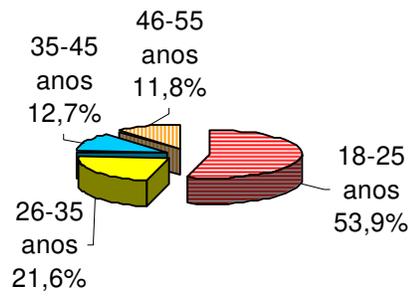
4.7 ANÁLISE SENSORIAL

PARTE 1 – REQUEIJÃO CREMOSO E REQUEIJÃO CREMOSO UHT

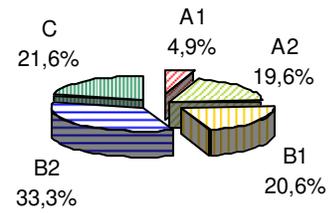
4.7.1 Teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) em comparação com amostras comerciais:

Um grupo de 102 consumidores 16,7% homens e 83,3% mulheres com as características quanto à faixa etária, classe social, frequência de consumo de requeijão em geral e preferência quanto ao consumo de produto tradicional (normal) ou *light* apresentados na Figura 49, avaliou as amostras. A marca de requeijão cremoso mais consumido e as razões da preferência pela marca citada, encontram-se na Figura 50.

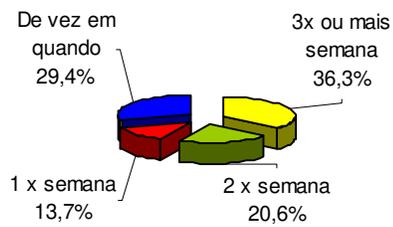
(a)



(b)



(c)



(d)

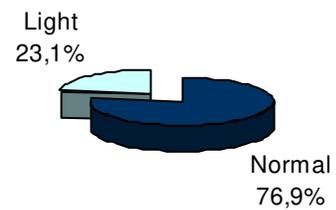
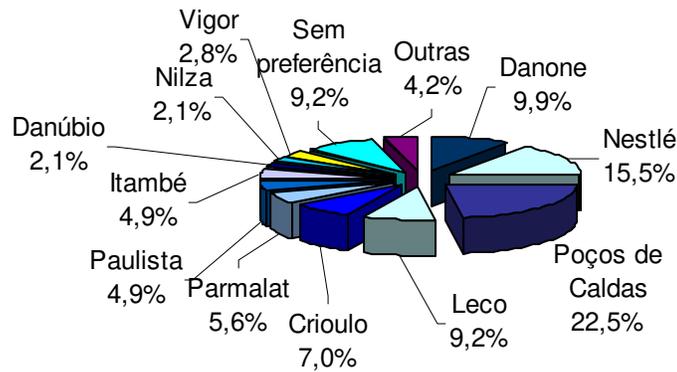


Figura 49: Faixa etária (a), classe social (b), freqüência de consumo de requeijão cremoso em geral (c) e preferência por requeijão tradicional ou *light* (d) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras de requeijão cremoso.

(a)



Outras: Polenguinho, Batavo, Regina, Líder.

(b)

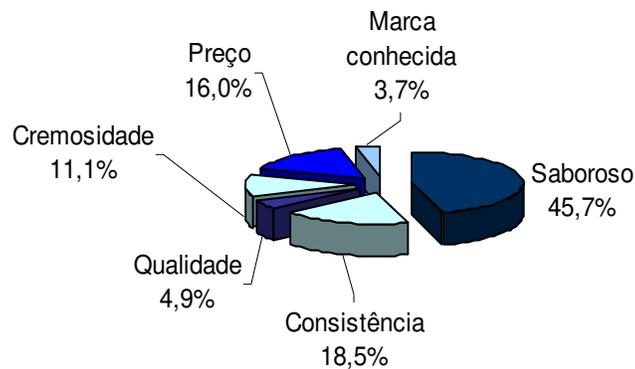


Figura 50: Marcas mais consumidas (a) e razões da preferência (b) pela marca citada segundo o grupo de consumidores recrutados para a avaliação das amostras de requeijão cremoso.

Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade global e em particular da consistência, espalhabilidade e sabor das amostras são apresentados na Tabela 30. Quanto à aceitabilidade global, verifica-se que a amostra de requeijão cremoso acondicionada em copos de vidro (RC), com média correspondente a “gostei” na escala utilizada, diferiu estatisticamente ao nível de 5% da amostra comercial marca B e do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}), as quais

obtiveram médias correspondente a “gostei pouco”. A amostra comercial marca A com média correspondente a “gostei” na escala utilizada, não diferiu estatisticamente ao nível de 5% da amostra RC nem da amostra B, sendo melhor apreciada de modo global ao nível de 5% do que a amostra RC_{UHT}.

Quanto à consistência as amostras A, RC e B que obtiveram médias situadas entre “gostei muito” e “gostei” e não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5%, foram mais bem apreciadas ao nível de 5% do que a amostra RC_{UHT}, a qual obteve média correspondente a “não gostei nem desgostei” na escala utilizada. Da mesma forma, na avaliação da aceitação quanto à espalhabilidade, verifica-se que as amostras A, RC e B obtiveram médias situadas entre “gostei muito” e “gostei” e não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5%, sendo mais bem apreciadas ao nível de 5% do que a amostra RC_{UHT}, a qual obteve média correspondente a “gostei pouco”.

Em relação ao sabor, a amostra RC obteve média correspondente a “gostei” estatisticamente superior ao nível de 5% à média obtida pela amostra B, correspondente a “gostei pouco” na escala utilizada, enquanto as amostras A e RC_{UHT} obtiveram valores médios intermediários entre as anteriores, não diferindo ao nível de 5% entre si nem das demais.

Tabela 30: Resultados médios obtidos nos teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso. Em cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5% *.

Amostras					
Atributos avaliados	RC	RC _{UHT}	B	A	D.M.S.
Aceitabilidade global	(7,0 ± 1,7) a	(6,1 ± 1,6) c	(6,9 ± 1,7) ab	(6,4 ± 2,0) bc	0,599
Consistência	(7,7 ± 1,4) a	(4,8 ± 1,9) b	(7,8 ± 1,1) a	(7,6 ± 1,3) a	0,499
Espalhabilidade	(7,5 ± 1,4) a	(5,7 ± 1,7) b	(7,6 ± 1,1) a	(7,5 ± 1,2) a	0,480
Sabor	(6,7 ± 2,1) a	(6,2 ± 1,9) ab	(6,5 ± 2,1) ab	(5,8 ± 2,3) b	0,717

* Resultado expresso como média ± desvio-padrão.

DMS: diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% pelo Teste de Tukey.

Nas Figuras 51 a 54 são apresentadas às distribuições em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores aos produtos quanto à aceitabilidade global, consistência, espalhabilidade e sabor das amostras, enquanto na Tabela 31 são apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição associadas às amostras por meio da escala hedônica utilizada na avaliação da aceitabilidade, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6,5 e de 4 a 1, respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados. Observa-se que todas as amostras obtiveram boas porcentagens de aceitação global, sendo a amostra B, a de maior índice de rejeição de modo global. Quanto à consistência e espalhabilidade observam-se elevadas porcentagens de rejeição da amostra RC_{UHT} em relação às demais, sendo sua consistência de menor aceitação. Em relação ao sabor, a amostra B apresentou maior porcentagem de rejeição, sendo a amostra RC a de maior índice de aceitação entre todas.

Os gostos e desgostos descritos pelos consumidores encontram-se na Figura 55 e 56, respectivamente. O ponto forte da amostra RC_{UHT} em relação às demais é o sabor, sendo que as maiores freqüências de citações negativas para esta amostra referiram-se à sua consistência, considerada muito mole.

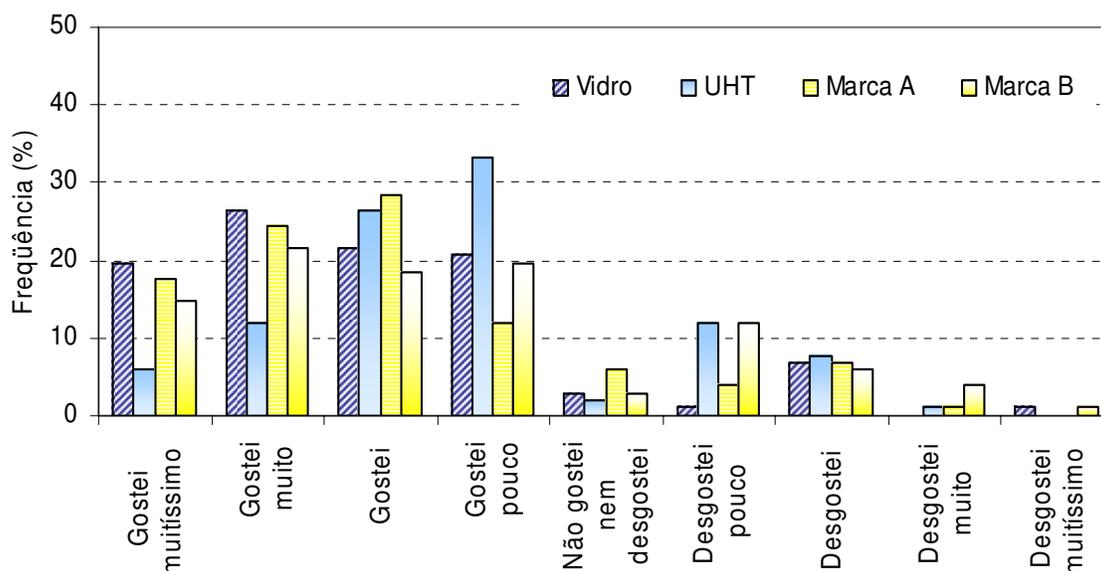


Figura 51: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à **aceitabilidade global**, (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

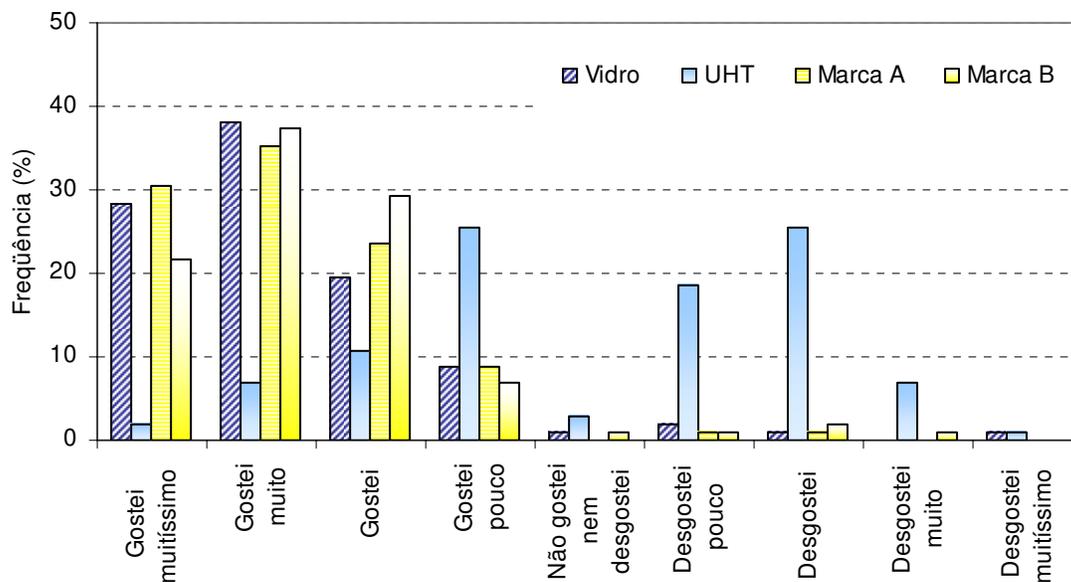


Figura 52: Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à aceitabilidade da **consistência**, (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

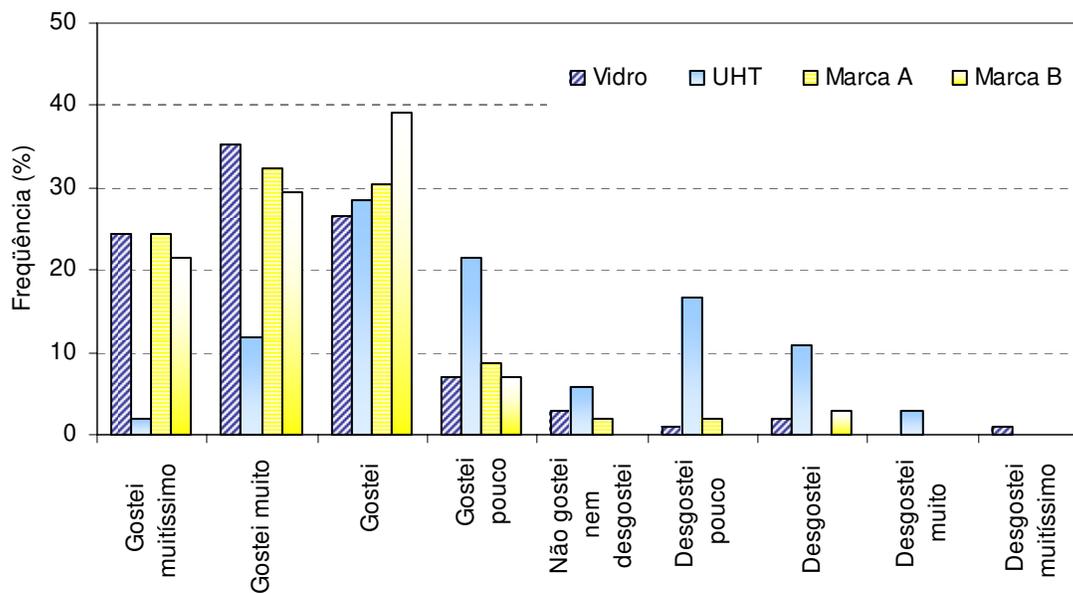


Figura 53: Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à aceitabilidade da **espalhabilidade**, (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

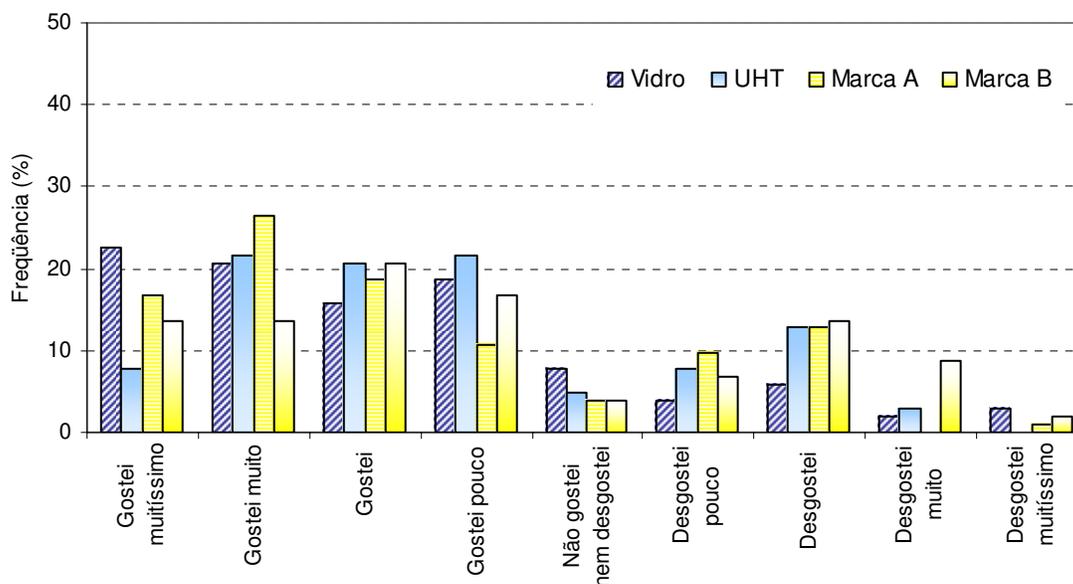


Figura 54: Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso quanto à aceitabilidade do **sabor**, (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

Tabela 31: Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição atribuídas às amostras de requeijão cremoso.

Atributos avaliados		Amostras	RC	RC _{UHT}	A	B
Aceitabilidade global	Aceitação (%)		88,3	77,5	82,4	74,5
	Indiferença (%)		2,9	2,0	5,9	2,9
	Rejeição (%)		8,9	20,6	11,8	22,6
Consistência	Aceitação (%)		95,0	45,2	98,0	95,2
	Indiferença (%)		1,0	2,9	0,0	1,0
	Rejeição (%)		4,0	52,0	2,0	4,0
Espalhabilidade	Aceitação (%)		93,2	63,8	96,1	97,1
	Indiferença (%)		2,9	5,9	2,0	0,0
	Rejeição (%)		4,0	30,4	2,0	2,9
Sabor	Aceitação (%)		77,5	71,6	72,6	64,7
	Indiferença (%)		7,8	4,9	3,9	3,9
	Rejeição (%)		14,7	23,5	23,6	31,4

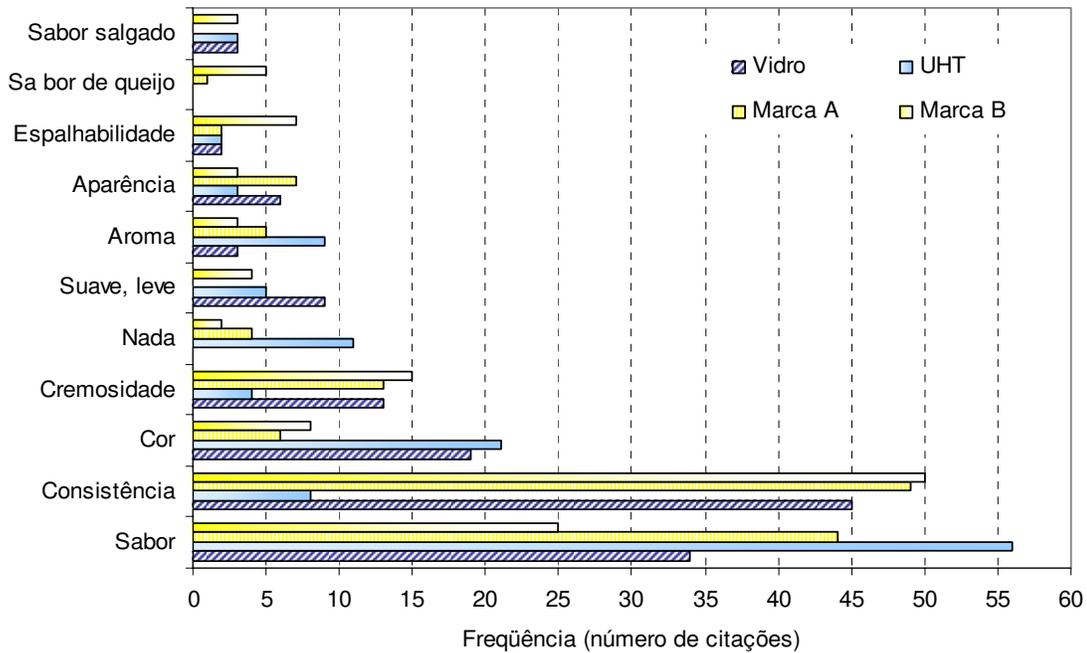


Figura 55: Distribuição em freqüência dos comentários relativos à questão aberta “**mais gostei**” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso, (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

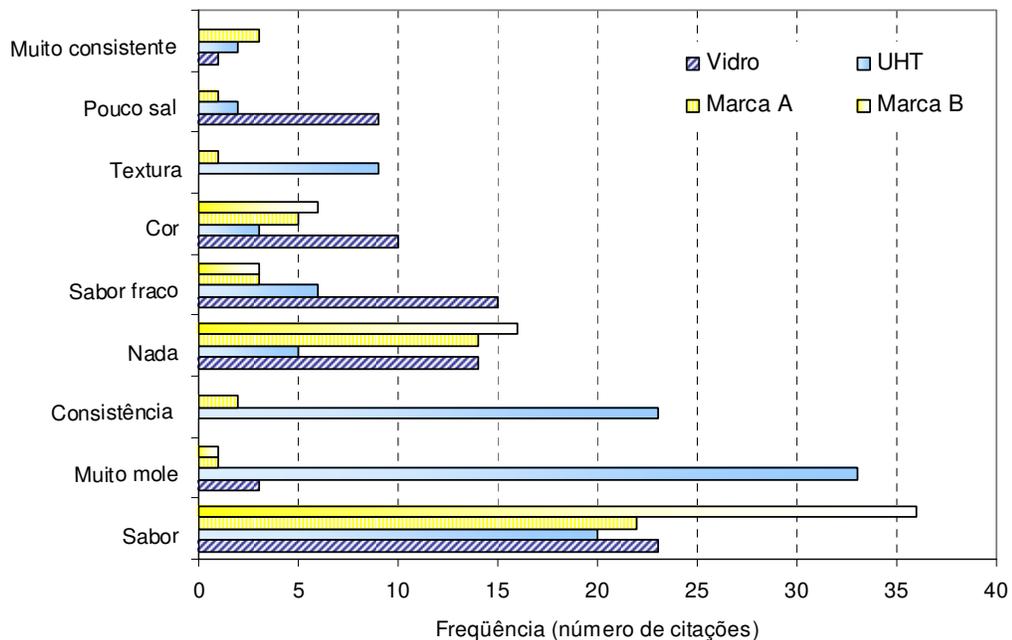


Figura 56: Distribuição em freqüência dos comentários relativos à questão aberta “**menos gostei**” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso, (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

4.7.2 Comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso obtidas com tratamento térmico normal (RC) e UHT (RC_{UHT}) – 3º Processamento

- Avaliação do desempenho da equipe para ADQ

O resultado da análise dos dados individuais de cada julgador para cada atributo isolando os fatores repetições e amostras indicam que a maioria dos julgadores foi capaz de discriminar as amostras na maioria dos atributos e apresentar boa repetibilidade.

Considerando que o desempenho da equipe como um todo é muito bom, optou-se por retreinar alguns julgadores (3) ao invés de eliminá-los, principalmente porque todos foram capazes de discriminar as amostras em muitos atributos.

A configuração de amostras obtidas pela técnica multivariada de componentes principais é apresentada na Figura 57, verificando-se que os componentes principais 1 e 2 explicam 66,24% da variação entre as amostras. Cada vértice do triângulo que representa cada amostra equivale à posição relativa definida pela equipe em cada repetição e, quanto menor o triângulo, maior a repetibilidade da equipe como um todo, verificando-se bom desempenho da equipe em relação a isto. Verifica-se a tendência de boa discriminação das amostras, sendo que a amostra obtida pelo tratamento térmico normal (RC) tende a ser caracterizada por maior consistência não oral e oral e maior intensidade de aroma característico de requeijão, enquanto a amostra UHT recém produzida (Padrão RC_{UHT}) tende a se destacar por maiores intensidades de aroma e sabor de creme de leite, maiores fluidez e escorrimento no pão e a amostra de RC_{UHT} comercial envelhecida tende a se caracterizar por maiores intensidades para o aroma e sabor de oxidado, sabor estranho e amargo, além de tender a se caracterizar por perda de qualidade mais intensa.

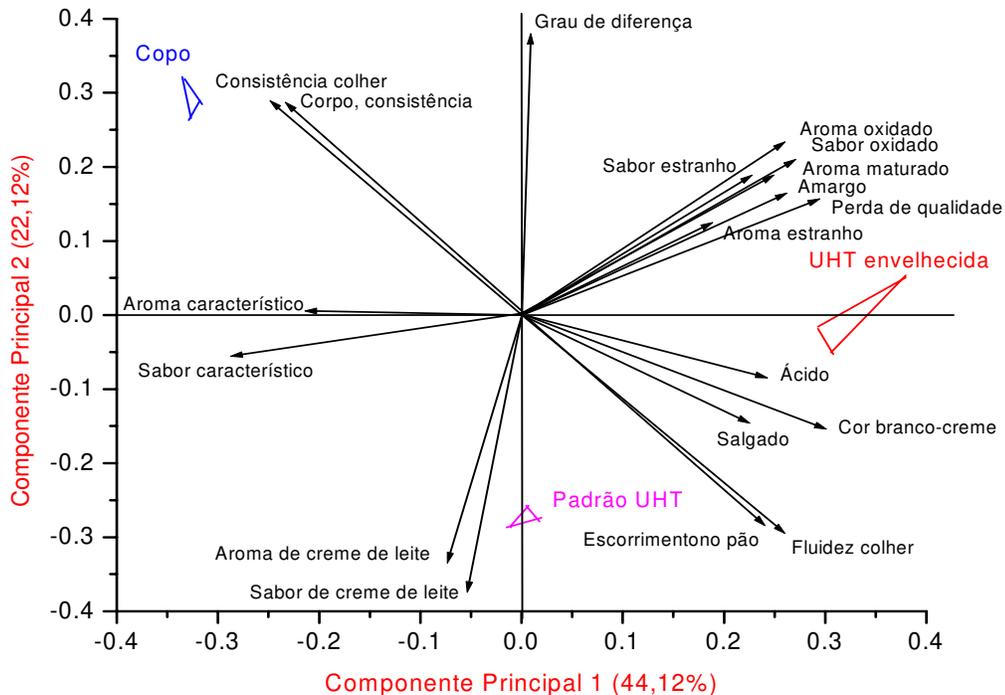


Figura 57: Configuração de amostras obtida na avaliação do desempenho da equipe de 16 julgadores treinados para análise descritiva quantitativa de requeijão cremoso para acompanhamento das alterações sensoriais durante a estocagem, (copo = RC, padrão UHT = Padrão RC_{UHT}, UHT envelhecida = RC_{UHT} comercial envelhecida).

- Teste triangular

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 32, na qual se verifica que foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ao nível de 0,1% entre as amostras. As diferenças detectadas foram descritas conforme a seguir:

- Requeijão cremoso - RC: mais consistente e mais ácida;
- Requeijão cremoso UHT - RC_{UHT}: menos consistente e com mais sabor de creme de leite e sabor de produto cozido.

Tabela 32: Resultado obtido no teste triangular para avaliação de diferenças globais entre as amostras de requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT})– 3º Processamento.

Comparação	Julgamentos corretos em 25 julgamentos
$RC \times RC_{UHT}$	20***

* há diferença estatisticamente significativa entre as amostras ao nível de erro de 0,1%

- Análise descritiva quantitativa

Os valores médios obtidos são apresentados na Tabela 33 enquanto o perfil sensorial das amostras encontra-se na Figura 58. Verifica-se que a amostra de requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) em relação ao requeijão cremoso (RC) apresenta ao nível de erro de 5% cor branco-creme mais escura, intensidade de aroma e de sabor característico de requeijão levemente menor, aroma e sabor de creme de leite levemente maior, menos consistência, mais fluidez, mais escorrimento no pão, menor sensação de corpo/consistência oral e gostos salgado, ácido e amargo levemente mais intensos.

Tabela 33: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso obtidas por meio de tratamento térmico normal (RC) e por tratamento UHT (RC_{UHT}) relativas ao 3º Processamento por 16 julgadores treinados para ADQ*.

ATRIBUTOS	AMOSTRAS RC _{UHT} recém-produzida	RC recém-produzida	D.M.S.
Aparência			
1. Cor branco-creme	4,2 ± 0,6 a	1,6 ± 1,6 b	0,36
Aroma			
2. Característico de requeijão	4,1 ± 0,7 b	4,6 ± 1,2 a	0,31
3. Creme de leite	5,8 ± 0,6 a	5,1 ± 1,3 b	0,29
4. Queijo maturado	0,4 ± 0,8 a	0,1 ± 0,3 b	0,12
Textura não oral			
5. Consistência	2,1 ± 0,5 b	6,8 ± 1,4 a	0,30
6. Fluidez	8,0 ± 0,2 a	2,2 ± 1,6 b	0,37
7. Escorrimento no pão	6,1 ± 0,4 a	2,4 ± 1,8 b	0,22
Sensação na boca			
8. Corpo/consistência	4,2 ± 0,4 b	7,1 ± 1,1 a	0,22
Sabor / gosto			
9. Característico de requeijão	5,8 ± 0,6 b	6,5 ± 1,3 a	0,26
10. Creme de leite	7,7 ± 0,6 a	6,7 ± 1,8 b	0,25
11. Salgado	6,2 ± 0,5 a	5,2 ± 0,9 b	0,19
12. Ácido	6,1 ± 0,4 a	5,1 ± 0,9 b	0,26
13. Amargo	1,2 ± 0,6 a	0,8 ± 0,5 b	0,16

* Valores expressos como *Média ± Desvio-padrão*.

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes ao nível de erro de 5%.

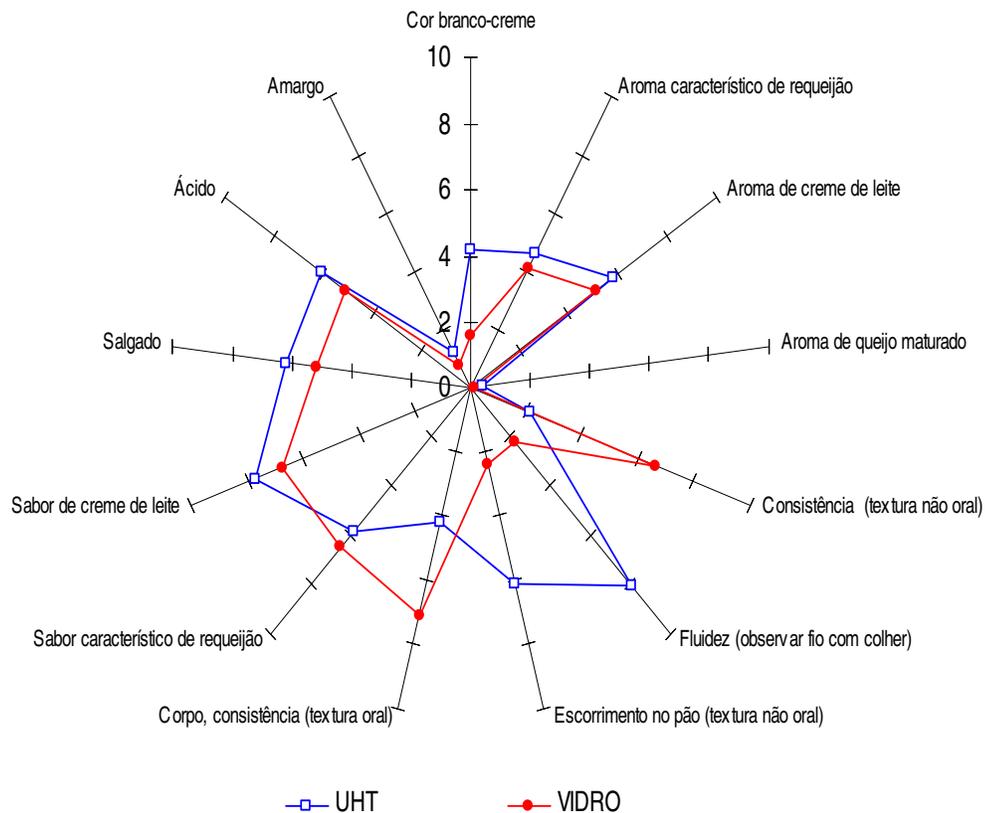


Figura 58: Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso obtidos por meio de tratamento térmico normal (RC) e por tratamento UHT (RC_{UHT}) relativas ao 3º Processamento (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

4.7.3 Avaliação sensorial durante a estocagem das amostras de requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) – 3º Processamento

Durante o estudo, correspondente a 180 dias de estocagem, doze julgadores treinados completaram todas as avaliações.

Os resultados obtidos na análise sensorial descritiva quantitativa para acompanhamento da estocagem das amostras de requeijão cremoso nas temperaturas 10, 25 e 35° C são apresentados na Tabela 34. Verifica-se que a partir de 20 dias de estocagem foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% entre o produto considerado Referência (requeijão

cremoso UHT mantido a 5° C) e a amostra estocada a 35° C, interrompendo-se as avaliações aos 105 dias de estocagem, quando o produto já apresentava perda de qualidade sensorial bem definida. Para o produto estocado a 25° C foram detectadas diferenças significativas ao nível de 5% em relação à Referência somente a partir de 60 dias de estocagem e para o produto mantido a 10° C a partir de 135 dias, sendo as avaliações conduzidas até os 180 dias de estocagem previstos no estudo. A Figura 59 ilustra os perfis sensoriais das amostras nas diferentes temperaturas de estocagem ao final do período de estudo, observando-se que ao longo da estocagem as amostras sofreram perdas de aroma e sabor característico de requeijão e de creme de leite, com o aparecimento de sabor amargo, oxidado/rançoso e sabores estranhos, os quais foram descritos como sabão, papelão, picante, adstringente, queijo maturado e medicinal até meados do estudo e como queimado, azedo e pútrido mais ao final da estocagem. Para a estocagem a 25° C, observam-se alterações mais perceptíveis dos atributos fluidez e escorrimento no pão, que tenderam a aumentar, com diminuição da percepção de corpo/consistência.

O estudo da correlação entre a perda de qualidade sensorial e os demais atributos, conforme resultados apresentados na Tabela 35 com destaque na cor azul para os valores considerados indicativos de correlação aceitável, indicam que os atributos mais críticos, isto é, que definem a perda de qualidade sensorial do produto e o grau de diferença em relação à amostra de tomada como Referência durante a estocagem, a qual também sofreu certa perda sensorial durante o estudo tornando os resultados relativos, são:

- escurecimento (aumento da intensidade para a cor creme) a 35° C;
- perda de aroma característico de requeijão a 35° C;
- surgimento de aroma oxidado/rançoso/sabão a 10 e 35° C;
- perda de sabor característico de requeijão a 25 e 35° C;
- surgimento de gosto amargo nas três temperaturas;
- surgimento de sabor oxidado/rançoso nas três temperaturas.

Tabela 34: Valores médios obtidos na avaliação sensorial do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem*.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)										
		20	24	30	60	90	105	120	135	150	165	180
1. Cor branco-creme	Referência	3,9 ± 0,5 a	4,1 ± 0,5 a	4,3 ± 0,5 a	4,0 ± 0,4 a	4,1 ± 0,5 a	4,0 ± 0,3 a	4,1 ± 0,4 a	4,1 ± 0,6 a	4,5 ± 0,7 a	4,0 ± 0,4 a	4,2 ± 0,7 a
	UHT a 10°	4,1 ± 0,4 a	4,2 ± 0,6 a	4,3 ± 0,5 a	4,0 ± 0,9 a	4,3 ± 0,6 a	4,4 ± 1,0 a	4,5 ± 0,7 a	4,4 ± 0,6 a	4,0 ± 0,5 a	4,4 ± 0,8 a	4,5 ± 1,1 a
	C	3,8 ± 0,6 a	3,8 ± 0,6 a	4,1 ± 0,3 a	4,2 ± 0,8 a	4,4 ± 0,8 a	4,8 ± 1,1 b	5,2 ± 0,8 b	5,1 ± 0,9 b	5,3 ± 0,6 b	5,0 ± 0,8 a	4,9 ± 0,9 a
	UHT a 25°	5,3 ± 0,5 b	5,1 ± 0,8 b	5,5 ± 0,6 b	6,7 ± 1,0 b	7,0 ± 1,0 b	7,3 ± 0,8 b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	C	0,485	0,611	0,481	0,761	0,667	0,721	0,454	0,660	0,494	0,681	0,713
	D.M.S.											
	Referência	4,4 ± 0,6 a	3,9 ± 0,6 a	4,0 ± 0,5 a	4,0 ± 0,0 a	4,0 ± 0,5 a	3,9 ± 0,4 a	4,0 ± 0,5 a	4,1 ± 0,7 a	3,8 ± 0,5 a	4,0 ± 0,2 a	3,8 ± 0,5 a
2. Aroma característico de requeijão	UHT a 10°	3,9 ± 0,7 a	3,8 ± 0,6 a	4,2 ± 0,3 a	4,0 ± 0,5 a	4,1 ± 0,5 a	3,5 ± 0,8 a	3,8 ± 0,6 a	3,4 ± 0,6 b	3,8 ± 0,4 a	3,6 ± 0,5 a	3,8 ± 0,7 a
	C	4,0 ± 0,6 a	3,9 ± 0,7 a	3,9 ± 0,7 a	3,8 ± 0,4 b	3,7 ± 0,6 a	3,4 ± 0,9 a	3,1 ± 0,7 b	3,3 ± 1,1 b	3,1 ± 0,9 b	3,1 ± 0,5 b	3,3 ± 0,8 a
	UHT a 25°	4,2 ± 0,6 a	3,7 ± 0,8 a	3,7 ± 0,7 a	3,1 ± 0,8 b	2,7 ± 0,8 b	2,4 ± 1,3 b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	C	0,567	0,552	0,571	0,542	0,514	0,881	0,513	0,622	0,629	0,435	0,572
	D.M.S.											
	Referência	5,9 ± 0,6 a	5,6 ± 0,5 a	5,9 ± 0,5 a	6,0 ± 0,1 a	5,9 ± 0,3 a	5,8 ± 0,2 a	5,7 ± 0,5 a	5,6 ± 0,4 a	5,5 ± 0,7 a	5,8 ± 0,4 a	5,8 ± 0,5 a
	UHT a 10°	5,9 ± 1,0 a	5,4 ± 0,6 a	6,0 ± 0,5 a	5,9 ± 0,3 a	5,6 ± 0,4 a	5,2 ± 1,0 a	5,6 ± 0,6 a	5,5 ± 0,9 a	5,9 ± 0,6 a	5,5 ± 0,5 b	5,7 ± 0,9 a
3. Aroma de creme de leite	C	5,4 ± 1,1 a	5,7 ± 0,7 a	5,5 ± 0,7 a	5,7 ± 0,9 a	5,6 ± 0,3 a	5,1 ± 0,9 a	4,9 ± 0,9 b	5,5 ± 0,8 a	5,3 ± 1,2 a	4,9 ± 0,8 b	5,3 ± 0,8 a
	UHT a 25°	6,2 ± 0,7 a	5,6 ± 0,7 a	5,7 ± 0,8 a	5,9 ± 1,6 a	5,8 ± 1,4 a	4,8 ± 2,1 a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	C	0,757	0,465	0,655	0,858	0,669	1,220	0,498	0,694	0,869	0,453	0,763
	D.M.S.											
	Referência											
	UHT a 35°											
	C											

Continuação da Tabela 34.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)										
		20	24	30	60	90	105	120	135	150	165	180
4. Aroma de queijo maturado	Referência	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,3 ± 0,5 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,1 a	0,3 ± 0,9 a	0,1 ± 0,4 a	0,4 ± 0,8 a	0,4 ± 0,9 a	0,3 ± 0,7 a	0,4 ± 0,6 a
	UHT a 10º		0,3 ± 0,5 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,3 a	0,5 ± 0,9 a	0,2 ± 0,4 a	0,6 ± 0,8 a	0,2 ± 0,6 a	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 1,0 a
	C	0,1 ± 0,1 a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25º		0,2 ± 0,4 a	0,3 ± 0,5 a	0,3 ± 0,6 a	0,3 ± 0,6 a	0,5 ± 0,8 a	0,8 ± 1,0 b	1,0 ± 1,0 a	0,8 ± 0,8 a	0,7 ± 0,9 a	1,1 ± 1,0 a
	C	0,1 ± 0,2 a	a	a	a	a	a		a	a	a	a
	UHT a 35º		0,7 ± 0,7 b	0,7 ± 0,8 b	1,1 ± 1,2 b	1,0 ± 1,3 b	1,4 ± 1,8 b					
	C	0,4 ± 0,4 b	b	b	b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,229	0,449	0,456	0,667	0,618	0,895	0,573	0,617	0,624	0,640	0,723
5. Aroma Oxidado /rançoso/sabão	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,5 a	0,1 ± 0,4 a	0,3 ± 0,8 a	0,4 ± 1,0 a	0,3 ± 0,8 a	0,4 ± 0,5 a
	UHT a 10º		0,3 ± 0,5 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,6 a	0,6 ± 1,0 a	0,4 ± 0,8 a	0,9 ± 1,2 a	0,5 ± 1,1 a	0,3 ± 1,0 a	0,8 ± 1,4 a
	C	0,0 ± 0,0 a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25º		0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,4 a	0,6 ± 0,9 b	0,6 ± 0,8 a	1,0 ± 1,6 b	1,4 ± 1,2 b	1,4 ± 1,3 b	0,9 ± 1,4 a	1,3 ± 1,1 b
	C	0,0 ± 0,0 a	a	a	a	b	a	b	b	b	a	b
	UHT a 35º		0,2 ± 0,3 a	0,6 ± 1,0 b	0,8 ± 1,0 b	1,1 ± 1,1 b	2,9 ± 2,4 b					
	C	0,1 ± 0,2 b	a	b	b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,086	0,277	0,471	0,555	0,598	1,146	0,837	0,742	0,989	0,914	0,771
6. Aroma estranho	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,5 a	0,2 ± 0,6 a	0,3 ± 0,6 a	0,1 ± 0,2 a	0,2 ± 0,5 a
	UHT a 10º		0,2 ± 0,6 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,3 ± 0,7 a	0,4 ± 0,7 a	0,2 ± 0,3 a	0,7 ± 1,2 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,4 ± 1,2 a
	C	0,0 ± 0,0 a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25º		0,2 ± 0,6 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,6 a	0,4 ± 0,7 a	0,7 ± 1,4 a	0,7 ± 1,0 a	0,6 ± 0,8 a	0,1 ± 0,3 a	1,0 ± 1,2 b
	C	0,0 ± 0,0 a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b
	UHT a 35º		0,2 ± 0,4 a	0,2 ± 0,4 a	0,8 ± 1,0 b	1,2 ± 1,8 b	2,1 ± 2,1 b					
	C	0,1 ± 0,1 a	a	a	b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,049	0,408	0,193	0,506	0,896	0,975	0,610	0,636	0,422	0,212	0,762

Continuação da Tabela 34.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)										
		20	24	30	60	90	105	120	135	150	165	180
7. Consistência (textura não oral)	Referência	2,3 ± 0,6	2,0 ± 0,4	2,7 ± 0,8	2,3 ± 0,8	2,5 ± 0,6	2,2 ± 0,4	2,6 ± 0,9	2,3 ± 0,7	2,4 ± 0,7	2,2 ± 0,7	2,1 ± 0,4
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o	1,8 ± 0,5	2,2 ± 0,5	2,2 ± 1,0	2,0 ± 0,4	1,8 ± 0,6	2,1 ± 0,6	2,2 ± 0,6	2,2 ± 0,9	1,7 ± 0,4	2,0 ± 0,7	2,5 ± 1,3
	C	a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a
	UHT a 25 ^o	1,6 ± 0,5	1,8 ± 0,6	1,5 ± 0,6	1,8 ± 0,4	1,5 ± 0,7	1,3 ± 0,6	2,0 ± 0,7	1,5 ± 0,4	1,0 ± 0,3	0,8 ± 0,3	2,0 ± 2,3
	C	b	a	b	a	b	b	a	b	b	b	a
	UHT a 35 ^o	2,5 ± 0,7	2,6 ± 0,8	2,2 ± 1,0	2,6 ± 0,8	1,5 ± 0,7	1,8 ± 1,0					
C	a	b	a	a	b	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
D.M.S.	0,562	0,482	0,722	0,677	0,479	0,625	0,650	0,528	0,500	0,505	1,222	
8. Fluidez (textura não oral)	Referência	7,7 ± 0,5	8,0 ± 0,5	7,7 ± 0,4	7,7 ± 0,8	7,7 ± 0,6	7,9 ± 0,3	7,5 ± 1,4	7,3 ± 1,0	7,9 ± 0,6	8,0 ± 0,4	7,9 ± 0,4
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o	8,0 ± 1,0	7,8 ± 0,5	7,9 ± 0,5	8,1 ± 0,4	8,3 ± 0,6	7,8 ± 0,8	7,7 ± 0,5	7,9 ± 0,6	8,2 ± 0,4	7,6 ± 0,8	7,6 ± 0,8
	C	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25 ^o	7,9 ± 1,4	8,2 ± 0,5	8,3 ± 0,9	8,1 ± 0,5	8,3 ± 0,7	8,5 ± 0,8	8,1 ± 0,7	8,2 ± 0,7	9,0 ± 0,5	8,9 ± 0,7	8,5 ± 1,0
	C	a	a	b	a	b	a	a	b	b	b	a
	UHT a 35 ^o	7,9 ± 0,6	7,5 ± 1,1	7,9 ± 0,8	7,6 ± 0,8	8,5 ± 0,9	7,9 ± 1,5					
C	a	a	a	a	b	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
D.M.S.	0,993	0,567	0,626	0,669	0,493	0,728	0,957	0,622	0,544	0,541	0,804	
9. Escorrimento no pão (textura não oral)	Referência	5,8 ± 0,6	6,1 ± 0,5	5,7 ± 0,9	5,8 ± 0,7	5,9 ± 0,5	5,9 ± 0,3	5,6 ± 0,9	5,7 ± 0,5	5,8 ± 0,4	5,9 ± 0,3	6,2 ± 0,3
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o	6,0 ± 0,9	6,1 ± 0,4	6,1 ± 0,6	5,9 ± 0,6	6,1 ± 0,6	5,9 ± 0,8	6,0 ± 0,7	5,8 ± 0,7	6,1 ± 0,6	5,9 ± 0,8	5,7 ± 0,6
	C	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25 ^o	6,6 ± 0,9	6,4 ± 0,8	6,5 ± 0,7	6,3 ± 0,5	6,2 ± 0,6	6,4 ± 0,9	6,3 ± 0,8	6,8 ± 0,8	7,2 ± 0,3	7,3 ± 0,5	7,3 ± 1,0
	C	b	a	b	a	a	a	a	b	b	b	b
	UHT a 35 ^o	6,3 ± 1,0	5,6 ± 0,6	5,9 ± 0,7	5,5 ± 0,8	6,7 ± 0,9	6,4 ± 1,4					
C	a	a	a	a	b	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
D.M.S.	0,825	0,576	0,736	0,641	0,510	0,724	0,740	0,560	0,491	0,601	0,595	

Continuação da Tabela 34.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)										
		20	24	30	60	90	105	120	135	150	165	180
10. Corpo consistência oral)	Referência	3,9 ± 0,7	4,1 ± 0,9	4,6 ± 0,7	4,3 ± 0,7	4,5 ± 0,7	4,1 ± 0,3	4,5 ± 0,5	4,1 ± 0,5	4,0 ± 0,5	4,2 ± 0,5	3,8 ± 0,6
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o / C	3,9 ± 0,7	4,2 ± 0,7	4,2 ± 0,8	3,9 ± 0,7	3,9 ± 0,6	4,3 ± 0,9	4,2 ± 0,4	3,9 ± 0,6	3,9 ± 0,4	4,1 ± 0,6	4,2 ± 0,7
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25 ^o C	3,5 ± 0,7	3,5 ± 0,9	3,3 ± 0,8	3,6 ± 0,7	3,7 ± 0,9	3,4 ± 1,0	3,5 ± 0,7	3,5 ± 0,6	2,8 ± 0,3	2,7 ± 0,5	2,7 ± 0,8
		a	a	b	a	b	a	b	b	b	b	b
	UHT a 35 ^o C	4,7 ± 0,8	4,4 ± 0,8	4,1 ± 0,8	4,3 ± 0,9	3,2 ± 0,9	3,6 ± 1,4		Nd	Nd	Nd	Nd
	b	a	a	a	b	a						
D.M.S.	0,768	0,821	0,740	0,797	0,657	0,892	0,593	0,540	0,365	0,552	0,573	
11. Sabor característico de requeijão	Referência	6,3 ± 0,5	6,1 ± 0,7	5,9 ± 0,6	6,0 ± 0,3	5,7 ± 0,7	5,7 ± 0,4	5,9 ± 0,6	5,8 ± 0,7	5,6 ± 0,7	5,9 ± 0,7	5,9 ± 0,7
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o C	5,9 ± 0,9	5,6 ± 0,8	6,0 ± 0,4	5,8 ± 0,6	5,9 ± 0,7	5,5 ± 0,9	5,4 ± 0,8	5,1 ± 0,8	5,5 ± 0,6	5,1 ± 0,9	5,3 ± 0,9
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a
	UHT a 25 ^o C	6,1 ± 0,9	5,7 ± 0,7	5,8 ± 0,9	5,4 ± 0,6	4,9 ± 1,1	4,7 ± 1,2	4,4 ± 0,6	4,5 ± 1,3	4,2 ± 0,8	4,2 ± 1,0	3,9 ± 1,4
		a	a	a	b	a	a	b	b	b	b	b
	UHT a 35 ^o C	6,1 ± 0,8	5,3 ± 0,8	5,4 ± 1,0	4,2 ± 0,7	4,0 ± 1,0	3,2 ± 1,4		Nd	Nd	Nd	Nd
	a	b	a	b	b	b						
D.M.S.	0,594	0,635	0,753	0,509	0,828	1,084	0,501	0,722	0,676	0,694	0,991	
12. Sabor de creme de leite	Referência	7,6 ± 0,5	7,6 ± 0,5	7,9 ± 0,5	7,8 ± 0,4	7,6 ± 0,8	7,8 ± 0,7	7,7 ± 0,5	7,6 ± 0,7	7,2 ± 1,2	7,6 ± 0,5	7,8 ± 0,6
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o C	7,2 ± 1,3	7,4 ± 0,6	7,9 ± 0,3	7,7 ± 0,4	7,7 ± 0,8	7,4 ± 0,7	7,5 ± 0,9	7,2 ± 1,4	8,0 ± 0,5	7,1 ± 1,0	7,6 ± 1,3
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25 ^o C	6,9 ± 1,6	7,7 ± 0,8	7,4 ± 0,5	7,7 ± 0,8	7,5 ± 1,0	7,0 ± 1,2	7,0 ± 1,4	6,4 ± 0,8	6,7 ± 1,4	6,5 ± 1,5	6,1 ± 1,7
		a	a	a	a	a	a	b	b	a	b	b
	UHT a 35 ^o C	7,9 ± 0,9	7,7 ± 0,9	7,7 ± 1,0	7,5 ± 1,6	7,4 ± 1,1	5,7 ± 2,5		Nd	Nd	Nd	Nd
	a	a	a	a	a	b						
D.M.S.	0,884	0,724	0,618	0,896	0,859	1,258	0,762	0,865	1,053	0,903	1,195	

Continuação da Tabela 34.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)										
		20	24	30	60	90	105	120	135	150	165	180
13. Gosto salgado	Referência	6,0 ± 0,6	6,1 ± 0,3	6,1 ± 0,6	5,9 ± 0,3	5,9 ± 0,6	6,0 ± 0,4	6,0 ± 0,2	6,1 ± 0,4	5,9 ± 0,4	6,3 ± 0,4	6,1 ± 0,3
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o	6,3 ± 0,5	6,1 ± 0,4	6,0 ± 0,5	6,3 ± 0,4	6,1 ± 0,7	5,9 ± 0,7	6,1 ± 0,5	6,0 ± 0,5	6,2 ± 0,3	5,9 ± 0,4	5,9 ± 0,6
	C	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25 ^o	6,5 ± 0,7	6,4 ± 0,7	6,1 ± 0,4	6,2 ± 0,5	6,4 ± 0,7	5,9 ± 0,7	6,1 ± 1,0	6,3 ± 0,6	6,1 ± 0,6	6,3 ± 0,7	5,9 ± 0,7
	C	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 35 ^o	6,3 ± 0,6	6,2 ± 0,5	6,2 ± 0,6	6,5 ± 0,9	6,0 ± 1,0	6,1 ± 1,0					
	a	a	a	b	a	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
	D.M.S.	0,592	0,482	0,432	0,531	0,662	0,618	0,641	0,338	0,479	0,484	0,410
14. Gosto ácido	Referência	6,0 ± 0,6	5,9 ± 0,4	6,1 ± 0,3	5,9 ± 0,3	5,9 ± 0,5	5,8 ± 0,4	5,9 ± 0,5	6,1 ± 0,2	6,1 ± 0,2	6,1 ± 0,5	6,0 ± 0,6
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o	5,3 ± 1,8	6,1 ± 0,5	6,0 ± 0,4	6,3 ± 0,3	6,2 ± 0,3	6,2 ± 0,7	6,3 ± 0,8	6,1 ± 0,6	6,1 ± 0,5	6,4 ± 0,5	6,3 ± 0,6
	C	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 25 ^o	6,3 ± 0,8	5,9 ± 0,4	6,2 ± 0,5	6,2 ± 0,6	6,4 ± 0,8	6,3 ± 0,7	6,2 ± 0,8	6,8 ± 0,7	6,8 ± 0,6	6,4 ± 1,5	6,9 ± 0,9
	C	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	b
	UHT a 35 ^o	6,2 ± 0,7	6,1 ± 0,6	6,4 ± 0,6	6,3 ± 0,7	6,5 ± 1,1	6,7 ± 1,1					
	a	a	a	a	a	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
	D.M.S.	0,960	0,333	0,486	0,530	0,745	0,679	0,636	0,444	0,385	0,757	0,384
15. Gosto amargo	Referência	1,2 ± 0,3	1,0 ± 0,4	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,4	1,0 ± 0,4	1,2 ± 0,6	1,1 ± 0,3	1,2 ± 0,4	1,3 ± 0,5	1,4 ± 0,5	1,3 ± 0,4
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10 ^o	1,2 ± 0,9	1,2 ± 0,5	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,3 ± 0,7	1,4 ± 0,6	1,5 ± 0,7	1,9 ± 1,2	1,2 ± 0,5	1,7 ± 1,1	1,4 ± 0,8
	C	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a
	UHT a 25 ^o	1,1 ± 0,4	1,2 ± 0,5	1,5 ± 0,9	1,6 ± 0,9	1,4 ± 0,6	1,6 ± 1,0	2,0 ± 0,8	2,4 ± 1,0	2,4 ± 0,9	2,6 ± 1,3	3,2 ± 1,4
	C	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b
	UHT a 35 ^o	1,2 ± 0,6	1,3 ± 0,5	1,6 ± 0,6	2,3 ± 0,9	2,7 ± 0,8	3,3 ± 1,7					
	a	a	a	b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
	D.M.S.	0,485	0,424	0,599	0,654	0,657	1,045	0,503	0,591	0,660	0,831	0,963

Continuação da Tabela 34.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)										
		20	24	30	60	90	105	120	135	150	165	180
16. Sabor oxidado/rançoso	Referência	0,1 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,7 a	0,4 ± 0,8 a	0,7 ± 0,9 a	0,9 ± 1,3 a	0,4 ± 0,8 a	0,4 ± 0,6 a
	UHT a 10 ^o C	0,1 ± 0,1 a	0,6 ± 1,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,8 ± 1,2 a	0,8 ± 1,0 a	0,9 ± 1,0 a	1,1 ± 1,2 a	1,8 ± 1,7 b	0,8 ± 1,4 a	1,0 ± 1,4 a	1,6 ± 2,3 a
	UHT a 25 ^o C	0,1 ± 0,4 a	0,3 ± 0,4 a	0,5 ± 0,9 a	0,8 ± 1,1 a	1,4 ± 1,4 b	2,2 ± 1,8 b	2,3 ± 1,8 b	3,4 ± 1,7 b	3,2 ± 1,9 b	2,6 ± 2,3 b	4,0 ± 2,1 b
	UHT a 35 ^o C	0,1 ± 0,2 a	0,6 ± 0,6 a	1,3 ± 1,6 b	1,6 ± 1,3 b	2,8 ± 1,1 b	4,5 ± 2,4 b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,209	0,503	0,922	0,992	0,956	1,355	0,794	1,076	1,508	1,224	1,445
	Referência	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,5 a	0,1 ± 0,2 a	0,2 ± 0,6 a	0,3 ± 0,6 a	0,5 ± 0,9 a	0,2 ± 0,6 a	0,2 ± 0,4 a
17. Sabor estranho	UHT a 10 ^o C	0,1 ± 0,2 a	0,4 ± 0,7 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,3 ± 0,6 a	0,5 ± 0,9 a	0,5 ± 0,8 a	0,7 ± 1,2 a	0,3 ± 0,7 a	0,4 ± 1,0 a	0,5 ± 1,5 a
	UHT a 25 ^o C	0,2 ± 0,3 a	0,4 ± 0,6 a	0,3 ± 0,6 a	0,1 ± 0,1 a	0,3 ± 0,6 a	1,2 ± 1,9 a	1,0 ± 1,4 b	1,0 ± 1,3 b	0,9 ± 1,3 a	0,7 ± 1,0 a	3,3 ± 2,8 b
	UHT a 35 ^o C	0,1 ± 0,2 a	0,5 ± 0,6 b	0,7 ± 0,9 b	1,5 ± 1,6 b	1,5 ± 1,9 b	2,8 ± 2,6 b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,197	0,459	0,583	0,777	0,957	1,446	0,718	0,689	0,898	0,708	1,600
	Referência	0,6 ± 0,4 a	0,5 ± 0,4 a	0,8 ± 0,6 a	0,4 ± 0,6 a	1,2 ± 1,5 a	0,3 ± 0,4 a	0,9 ± 1,1 a	0,8 ± 1,1 a	1,2 ± 0,8 a	0,8 ± 0,7 a	0,7 ± 0,6 a
	UHT a 10 ^o C	1,2 ± 0,9 a	1,2 ± 0,9 a	0,6 ± 0,5 a	1,0 ± 1,1 a	1,2 ± 1,1 a	1,5 ± 1,0 b	1,8 ± 1,2 a	2,1 ± 1,5 b	1,8 ± 1,4 a	2,0 ± 1,3 b	2,3 ± 1,8 b
18. Grau de diferença	UHT a 25 ^o C	1,3 ± 1,0 a	1,1 ± 0,5 a	1,5 ± 1,1 a	1,4 ± 0,9 b	1,8 ± 1,3 a	3,3 ± 1,7 b	3,1 ± 1,9 b	3,7 ± 1,5 b	4,1 ± 1,9 b	4,2 ± 2,0 b	4,9 ± 2,2 b
	UHT a 35 ^o C	1,9 ± 1,0 b	2,2 ± 1,7 b	2,3 ± 1,2 b	3,8 ± 1,3 b	4,8 ± 1,2 b	5,8 ± 1,7 b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,701	0,928	0,887	0,800	1,238	1,135	0,718	0,890	1,341	1,081	1,507

Continuação da Tabela 34.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)										
		20	24	30	60	90	105	120	135	150	165	180
19. Perda de qualidade	Referência	0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,3	0,4 ± 0,3	0,4 ± 0,5	0,5 ± 0,6	0,2 ± 0,3	0,5 ± 0,7	0,7 ± 0,8	1,0 ± 0,9	0,7 ± 1,0	0,4 ± 0,6
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	UHT a 10°	0,6 ± 0,9	0,8 ± 0,9	0,2 ± 0,3	0,9 ± 0,9	0,9 ± 0,8	1,3 ± 0,9	1,5 ± 1,4	2,1 ± 1,6	1,6 ± 1,4	2,1 ± 1,3	2,2 ± 1,8
	C	a	a	a	a	a	b	b	b	a	b	b
	UHT a 25°	0,7 ± 0,9	0,9 ± 0,7	1,3 ± 1,3	1,1 ± 0,9	1,9 ± 1,3	3,0 ± 1,7	3,2 ± 1,7	3,9 ± 1,6	4,0 ± 1,6	4,6 ± 2,2	4,8 ± 2,2
	C	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b
	UHT a 35°	0,7 ± 0,5	1,3 ± 0,9	2,5 ± 1,4	3,6 ± 1,2	5,0 ± 1,3	6,2 ± 1,9					
	C	a	b	b	b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,518	0,704	0,934	0,839	0,921	1,160	0,883	1,001	1,266	1,264	1,534

* Valores expressos como *Média ± Desvio-padrão*.

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Dunnett). Para cada atributo e tempo de estocagem, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si ao nível de erro de 5%.

Nd: não determinado.

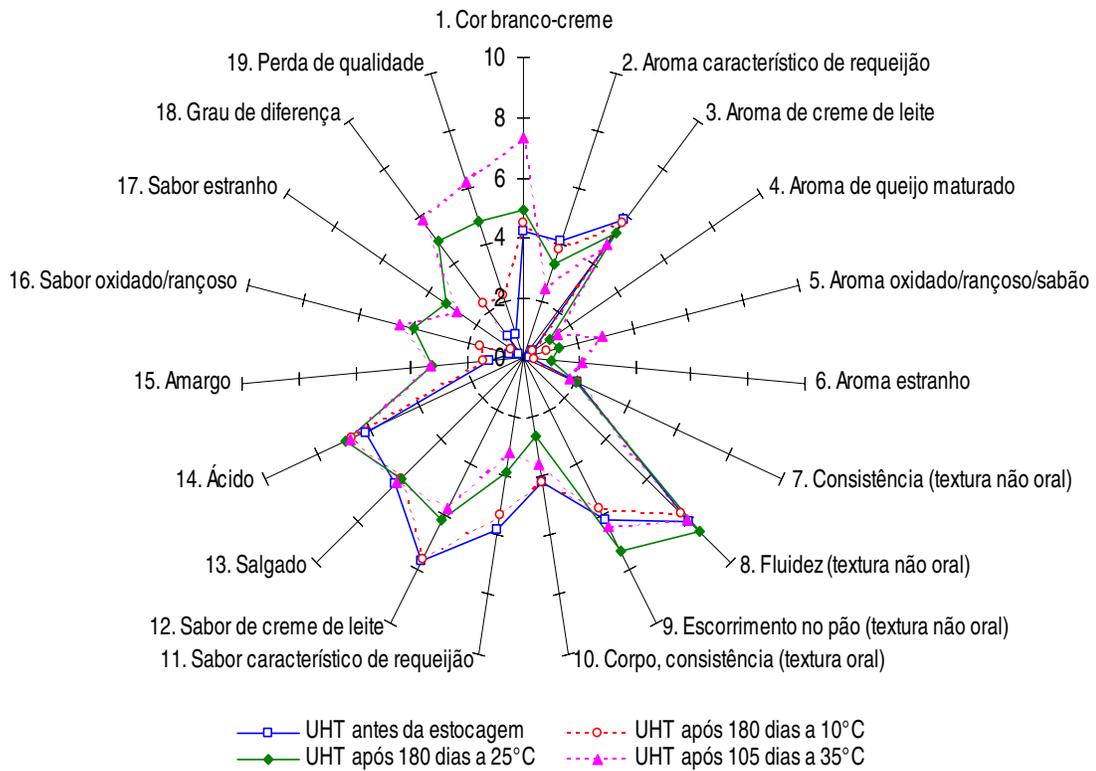


Figura 59: Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso UHT (3^o Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem nas temperaturas estudadas (valores médios entre 12 julgadores treinados).

Tabela 35: Coeficiente de correlação linear entre os atributos sensoriais e a perda de qualidade do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) durante a estocagem.

Atributos \ Temperatura de estocagem	Coeficiente de correlação linear (r)		
	10° C	25° C	35° C
Aparência			
1. Cor branco-creme	0,4543	0,4792	0,6721
Aroma			
2. Característico de requeijão	-0,4633	-0,5408	-0,6927
3. Creme de leite	-0,4820	-0,4768	-0,3689
4. Queijo maturado	0,5338	0,4124	0,4221
5. Oxidado/rançoso/sabão	0,6862	0,4631	0,7014
6. Estranho	0,4034	0,3444	0,5895
Textura não oral			
7. Consistência	0,0858	-0,2007	-0,4052
8. Fluidez	-0,0703	0,3518	0,2755
9. Escorrimento no pão	-0,0219	0,5197	0,3077
Sensação na boca			
10. Corpo/consistência	-0,0183	-0,4442	-0,4109
Sabor / gosto			
11. Característico de requeijão	-0,6304	-0,7685	0,7383
12. Creme de leite	-0,6052	-0,6296	0,5722
13. Salgado	0,0279	-0,0863	-0,0765
14. Ácido	0,2555	0,2605	0,2560
15. Amargo	0,7055	0,7226	0,6860
16. Oxidado/rançoso	0,8733	0,8679	0,8210
17. Estranho	0,5769	0,4550	0,5858
Avaliação global			
18. Grau de diferença	0,8838	0,9385	0,8613

4.7.4 Estimativa da vida-de-prateleira do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) nas diferentes temperaturas estudadas

Nas Figuras 60, 61 e 62 são apresentadas às regressões lineares do atributo de avaliação global “perda de qualidade” em função do tempo de estocagem a 10, 25 e 35° C, respectivamente. A partir destes dados foi estabelecida a vida-de-prateleira do produto para cada temperatura estudada, considerando o limite de aceitação equivalente ao ponto médio das escalas (valor 5). Os resultados relativos às regressões lineares são apresentados na Tabela 36.

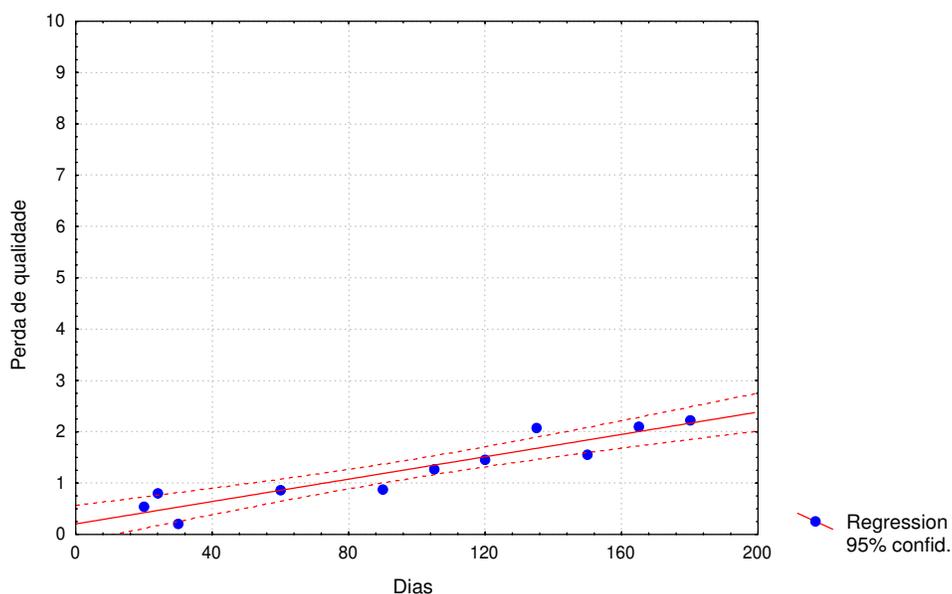


Figura 60: Regressão linear obtida para a variação do atributo **perda de qualidade** em relação ao tempo de estocagem do RC_{UHT} estocado a **10° C**.

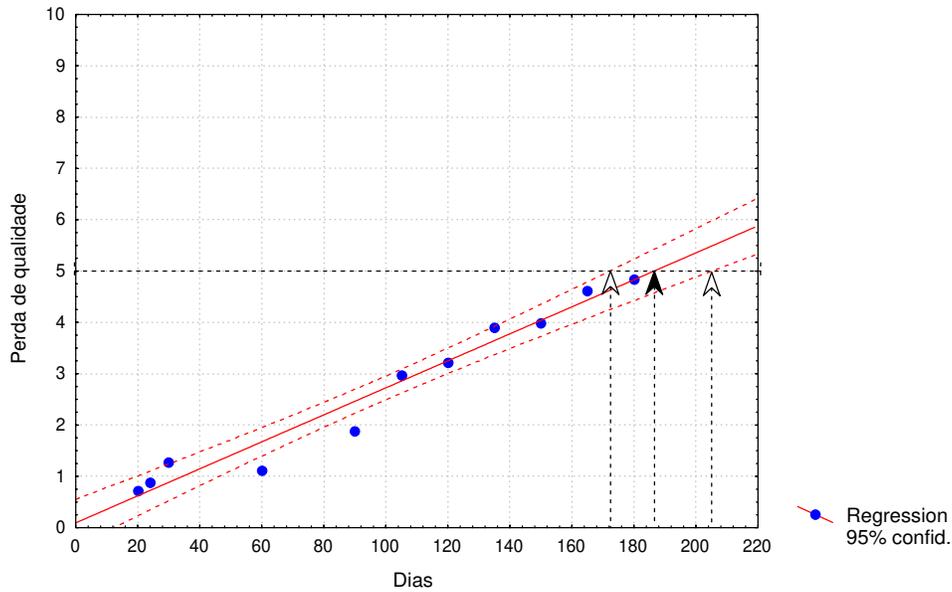


Figura 61: Regressão linear obtida para a variação do atributo **perda de qualidade** em relação ao tempo de estocagem do RC_{UHT} estocado a **25° C**.

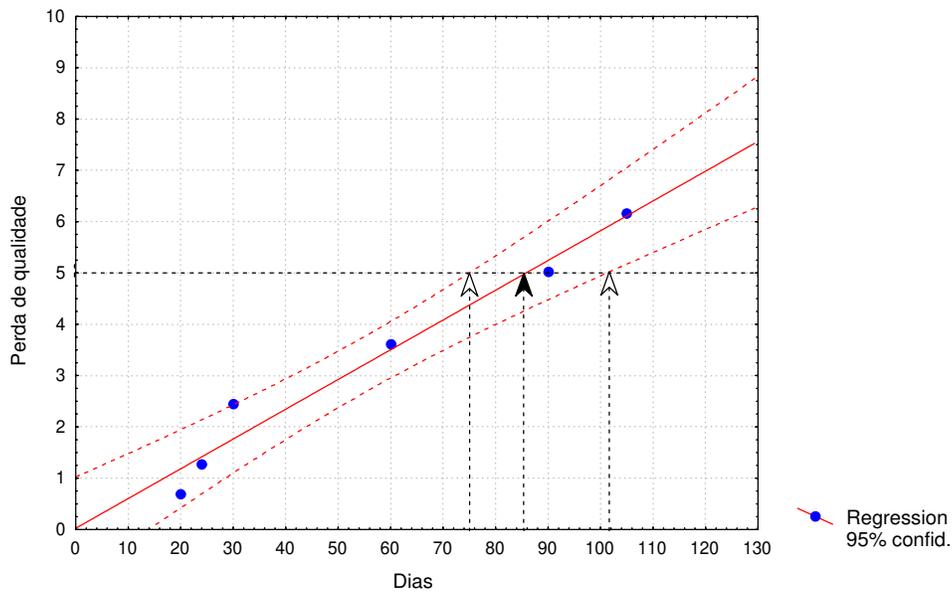


Figura 62: Regressão linear obtida para a variação do atributo **perda de qualidade** em relação ao tempo de estocagem do RC_{UHT} estocado a **35° C**.

Tabela 36: Dados obtidos a partir das regressões lineares do atributo “perda de qualidade (PQ)” com o tempo de estocagem do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) nas temperaturas estudadas considerando como limite de aceitação o valor 5 da escala.

Temperatura de estocagem	Equação	Coefficiente de determinação (R^2)	Vida-de-prateleira para o limite de aceitação - valor 5 da escala de perda de qualidade
10° C	$PQ = 0,2056 + 0,01090 t$	0,9335	430 dias*
25° C	$PQ = 0,0946 + 0,00263 t$	0,9800	186 dias (intervalo de 172 a 205 dias)
35° C	$PQ = 0,0237 + 0,05780 t$	0,9824	86 dias (intervalo de 75 a 101 dias)

t: tempo de estocagem (dias)

* Estimativa efetuada com base na extrapolação dos dados obtidos até os 180 dias de estocagem

Observa-se na Tabela 36 que a temperatura de estocagem é fator determinante da vida útil do produto, devendo-se analisar os dados relativos à estocagem a 10° C com cautela, já que a estimativa de vida-de-prateleira foi efetuada com base na estocagem até os 180 dias, não sendo possível prever com exatidão que a deterioração sensorial do produto continue linear em função do tempo de estocagem até os 430 dias estimados, sendo, portanto, mais razoável admitir como limite de estocagem o tempo relativo ao estudo, ou seja, 180 dias. Os resultados obtidos nas temperaturas de 25 e 35° C podem ser tratados com maior confiabilidade. Assim, a partir dos resultados apresentados na Tabela 36 e admitindo que as reações de deterioração sensorial do produto são de ordem zero, ou seja, a velocidade da reação é independente da concentração dos reagentes, é possível estabelecer o efeito da temperatura de estocagem sobre a vida-de-prateleira do produto por meio do valor Q_{10} , o qual pode expressar como a velocidade das reações de deterioração sensorial depende da temperatura (VITALI; TEIXEIRA NETO, 1996):

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida-de-prateleira}_{(T-10)}}{\text{Vida-de-prateleira}_{(T)}} = \frac{\text{Vida-de-prateleira}_{(25\text{ C})}}{\text{Vida-de-prateleira}_{(35\text{ C})}} = \frac{186 \text{ dias}}{86 \text{ dias}} \sim 2,2$$

Assim, pode-se concluir que a cada 10° C de aumento da temperatura, a velocidade de reação de deterioração sensorial é mais que duplicada e, conseqüentemente, a vida-de-prateleira do produto reduzida a menos da metade. Considerando as condições deste estudo e tendo em mente a necessidade de uma margem de segurança que garanta a qualidade do produto desde a produção até o consumo, sugere-se os seguintes prazos de validade para o produto:

- 6 meses sob refrigeração até 10° C;
- 5 meses quando da estocagem a 25° C;
- 2 meses para estocagem a 35° C.

4.7.5 Análise descritiva quantitativa para comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso obtidas com tratamento térmico normal (RC) e UHT (RC_{UHT}) – comparação entre o 3º Processamento e o 4º Processamento.

Os valores médios obtidos são apresentados na Tabela 37 enquanto o perfil sensorial das amostras encontra-se na Figura 63. Verifica-se que o RC_{UHT} em relação ao RC, apresenta ao nível de erro de 5% cor branco-creme mais escura, menos consistência, mais fluidez, mais escorrimento no pão, menor sensação de corpo/consistência oral e gosto ácido levemente mais intenso. Em comparação ao terceiro processamento, verifica-se melhor adequação sensorial da amostra de RC_{UHT} em relação ao RC neste 4º Processamento.

Tabela 37: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso (RC) e requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) relativas ao 4º Processamento por 16 julgadores treinados para ADQ*.

ATRIBUTOS	AMOSTRAS RC _{UHT} recém-produzida	RC recém-produzida	D.M.S.
Aparência			
1. Cor branco-creme	4,5 ± 0,7 a	1,3 ± 0,6 b	0,68
Aroma			
2. Característico de requeijão	4,0 ± 0,7 a	4,5 ± 1,6 a	1,55
3. Creme de leite	5,3 ± 1,1 a	5,9 ± 1,5 a	0,64
4. Queijo maturado	0,5 ± 0,9 a	0,0 ± 0,1 a	0,65
Textura não oral			
5. Consistência	4,3 ± 1,8 b	6,7 ± 1,7 a	1,49
6. Fluidez	5,9 ± 1,7 a	2,7 ± 1,9 b	1,48
7. Escorrimento no pão	4,6 ± 0,9 a	3,0 ± 1,9 b	1,58
Sensação na boca			
8. Corpo/consistência	6,0 ± 1,2 b	7,3 ± 1,1 a	0,68
Sabor / gosto			
9. Característico de requeijão	5,5 ± 0,7 a	6,1 ± 1,6 a	1,34
10. Creme de leite	7,5 ± 1,5 a	7,0 ± 2,0 a	1,54
11. Salgado	5,7 ± 0,8 a	5,4 ± 0,9 a	0,80
12. Ácido	5,7 ± 0,9 a	4,9 ± 0,9 b	0,50
13. Amargo	1,2 ± 1,1 a	0,9 ± 0,8 a	0,84

* Valores expressos como *Média ± Desvio-padrão*.

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes ao nível de erro de 5%.

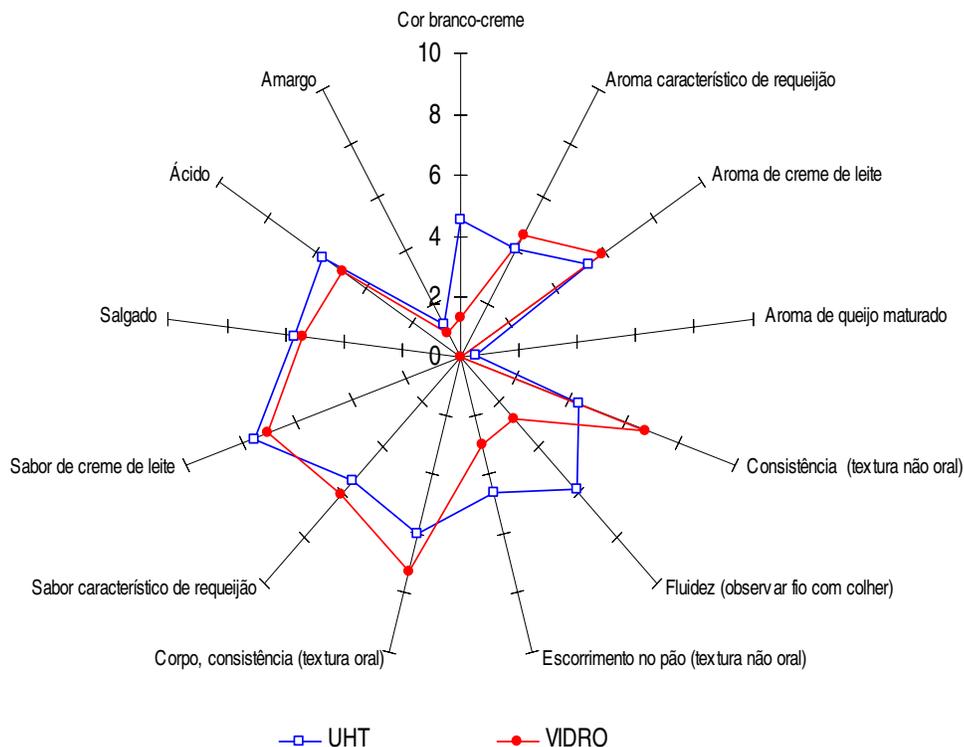


Figura 63: Perfil sensorial obtido para as amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT relativas ao 4º Processamento. (Vidro = RC, UHT = RC_{UHT}).

PARTE 2 – REQUEIJÃO CREMOSO LIGHT E LIGHT UHT

4.7.6 Teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) em comparação com amostras comerciais:

Um grupo de 100 consumidores 18% homens e 82% mulheres com as características quanto à faixa etária, classe social, freqüência de consumo de requeijão em geral e preferência quanto ao consumo de produto tradicional (normal) ou *light* apresentados na Figura 64, avaliou as amostras. A marca de

requeijão cremoso mais consumido e as razões da preferência pela marca citada, encontram-se na Figura 65.

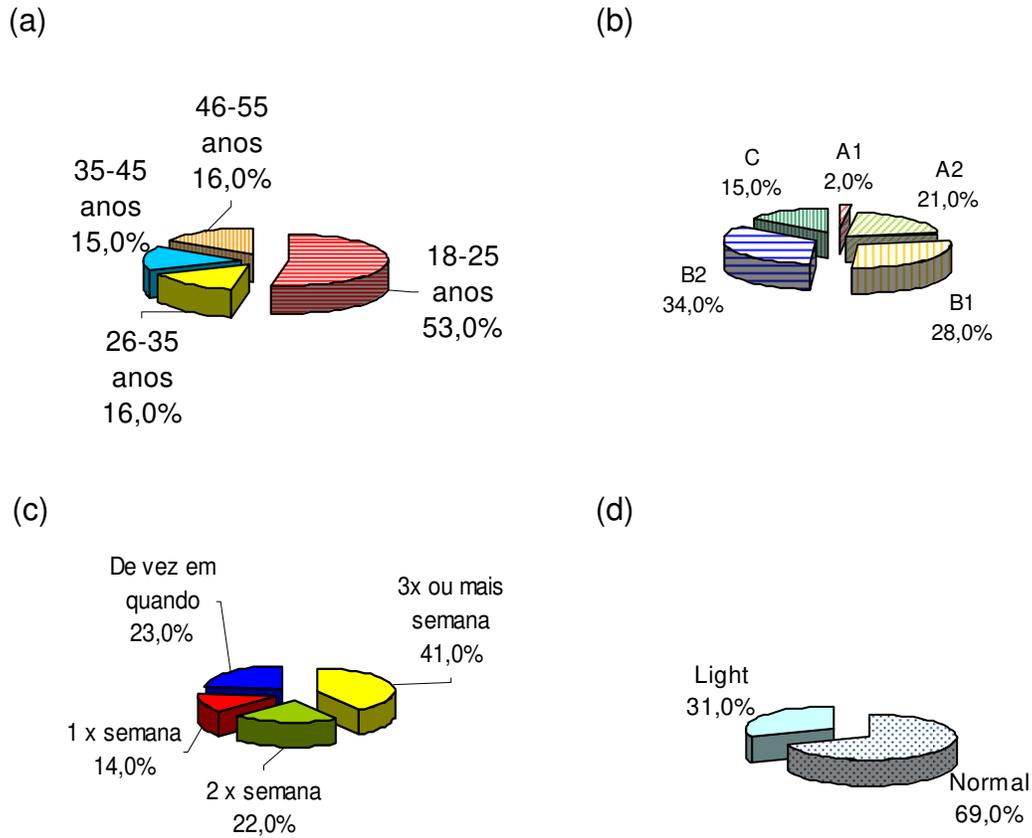
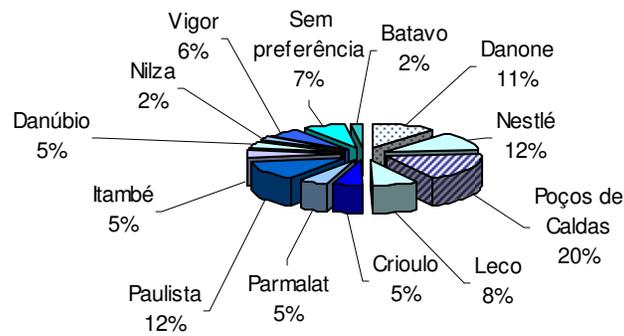


Figura 64: Faixa etária (a), classe social (b), freqüência de consumo de requeijão cremoso em geral (c) e preferência por requeijão cremoso normal ou *light* (d) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras de requeijão cremoso light.

(a)



(b)

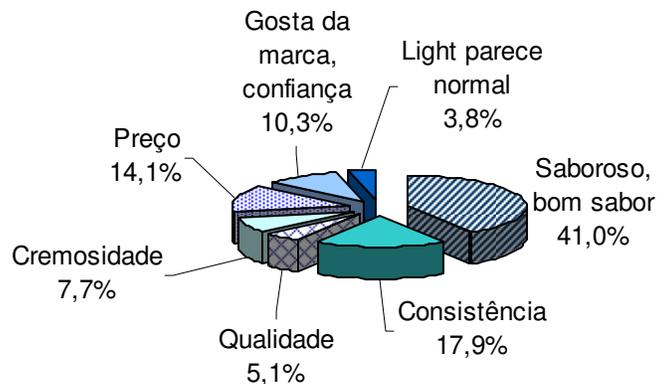


Figura 65: Marcas mais consumidas (a) e razões da preferência pela marca citada (b) segundo o grupo de consumidores recrutados para a avaliação das amostras de requeijão cremoso light.

Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade global e em particular da consistência, espalhabilidade e sabor das amostras são apresentados na Tabela 38. Quanto à aceitabilidade global, verifica-se que as amostras de requeijão cremoso light obtida pelo tratamento térmico normal, acondicionada em copo de vidro (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}), bem como a amostra comercial A, não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5% e obtiveram médias correspondentes à “gostei” na escala utilizada, sendo

as três consideradas estatisticamente superiores ao nível de 5% à amostra B, a qual obteve média correspondente à “gostei pouco”.

Quanto à consistência as amostras RCL_{UHT} e RCL, que obtiveram médias situadas entre “gostei muito” e “gostei” e não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5%, foram mais bem apreciadas ao nível de 5% do que as amostras A e B, as quais obtiveram médias correspondentes à “gostei” na escala utilizada e não diferiram entre si ao nível de erro de 5%. Da mesma forma, na avaliação da aceitação quanto à espalhabilidade, verifica-se que as amostras RCL_{UHT} e RCL, que obtiveram médias situadas entre “gostei muito” e “gostei” e não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5%, foram mais bem apreciadas ao nível de 5% do que as amostras A e B, as quais obtiveram médias correspondentes à “gostei” na escala utilizada e não diferiram entre si ao nível de erro de 5%.

Em relação ao sabor, as amostras de RCL_{UHT}, RCL e A, não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5% e obtiveram médias correspondentes à “gostei” na escala utilizada, sendo as três consideradas estatisticamente superior ao nível de 5% à amostra B, a qual obteve média situada entre “gostei pouco” e “não gostei nem desgostei”.

Nas Figuras 66 a 69 são apresentadas a distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores aos produtos quanto à aceitabilidade global e em particular da consistência, espalhabilidade e sabor das amostras, enquanto na Tabela 39 são apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição associadas às amostras por meio da escala hedônica utilizada na avaliação da aceitabilidade, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6,5 e de 4 a 1, respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados. Observa-se que todas as amostras obtiveram boas porcentagens de aceitação global, sendo a amostra B a de maior índice de rejeição de modo global e as amostras RCL_{UHT} e RCL as de maior porcentagem de aceitação global. Quanto à consistência espalhabilidade observam-se elevadas porcentagens de aceitação para todas as amostras, com destaque positivo para as amostras RCL_{UHT} e RCL em relação às demais. Em relação ao sabor, a amostra B apresentou maior porcentagem de rejeição, sendo a amostra RCL_{UHT} a de maior índice de aceitação entre todas.

Os gostos e desgostos descritos pelos consumidores encontram-se nas Figuras 70 e 71, respectivamente. Em geral, os pontos fortes de todas as amostras traduzido pela maior freqüência de menções positiva, são o sabor e a consistência, havendo certo destaque positivo para o sabor das amostras RCL_{UHT} e A e para a consistência da amostra RCL. Quanto aos pontos fracos, as maiores freqüências de citações negativas referiram-se ao sabor da amostra B, considerado ácido/azedo e amargo e ao sabor e aparência da amostra RCL, considerada sem cor/muito branca.

Tabela 38: Resultados médios obtidos nos teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso light. Em cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5% *.

Amostras	RCL 7°	RCL _{UHT} 7°	A	B	D.M.S.
Atributos avaliados	Processamento	Processamento			
Aceitabilidade global	(7,3 ± 1,1) a	(7,4 ± 1,2) a	(7,0 ± 1,5) a	(6,2 ± 2,0) b	0,549
Consistência	(7,7 ± 1,0) a	(7,6 ± 1,1) a	(7,0 ± 1,6) b	(7,1 ± 1,5) b	0,448
Espalhabilidade	(7,6 ± 0,9) a	(7,6 ± 1,0) a	(6,7 ± 1,8) b	(7,0 ± 1,3) b	0,443
Sabor	(6,8 ± 1,6) a	(7,1 ± 1,5) a	(6,8 ± 1,9) a	(5,5 ± 2,4) b	0,691

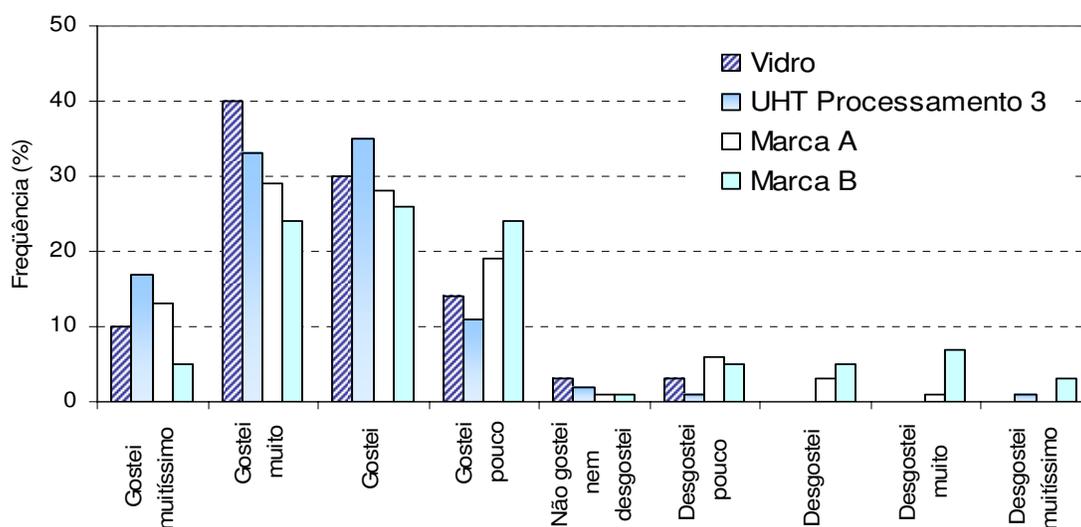


Figura 66: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade global, (Vidro = RCL, UHT = RCL_{UHT}).

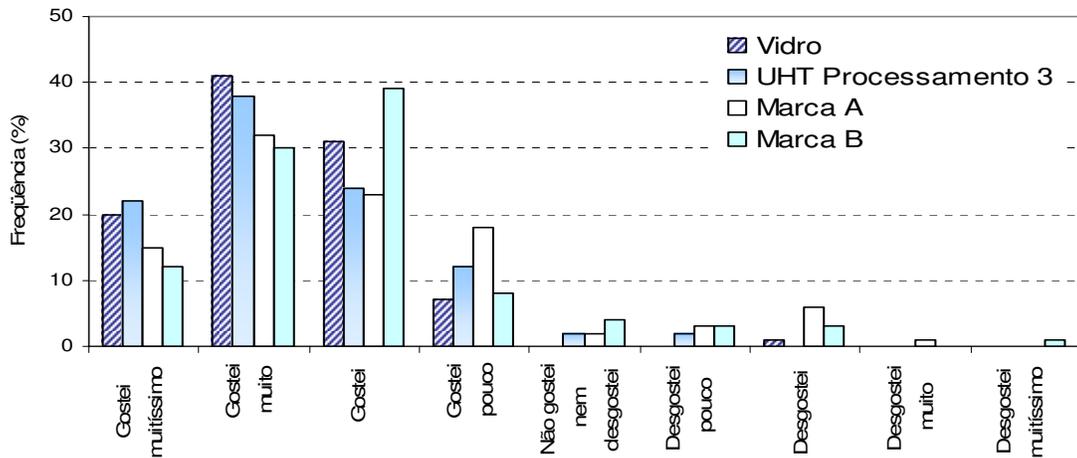


Figura 67: Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade da consistência, (Vidro = RCL, UHT = RCL_{UHT}).

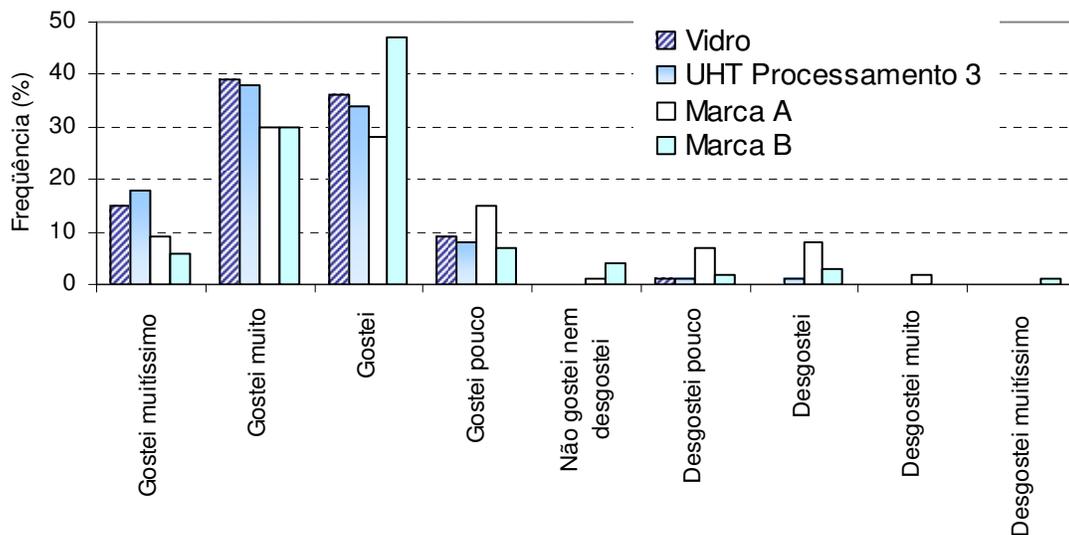


Figura 68: Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade da espalhabilidade, (Vidro = RCL, UHT = RCL_{UHT}).

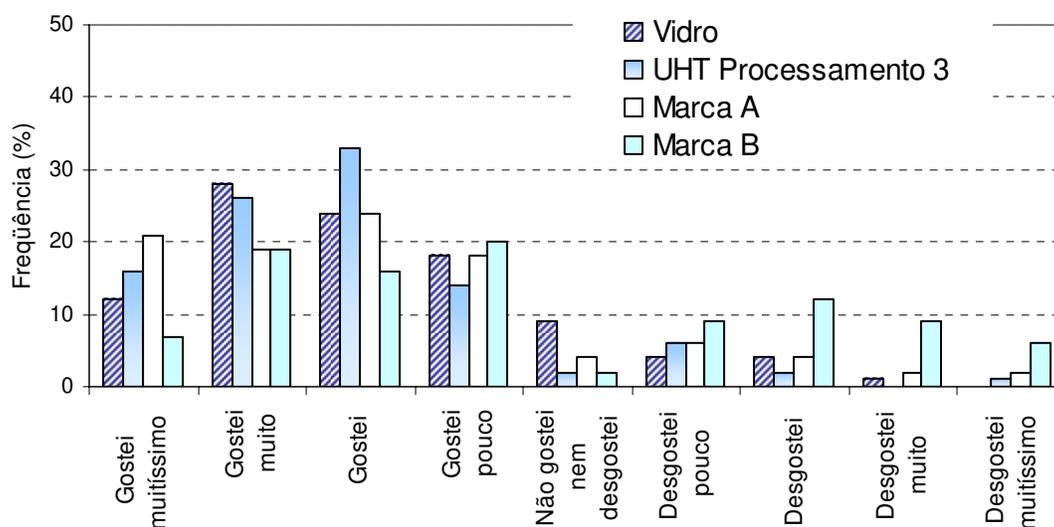


Figura 69: Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão cremoso light quanto à aceitabilidade do sabor, (Vidro = RCL, UHT = RCL_{UHT}).

Tabela 39: Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição atribuídas às amostras de requeijão cremoso light.

Amostras		RCL	RCL _{UHT}	A	B
Atributos avaliados		7º Processamento	7º Processamento		
Aceitabilidade global	Aceitação (%)	94	96	89	79
	Indiferença (%)	3	2	1	1
	Rejeição (%)	3	2	10	20
Consistência	Aceitação (%)	99	96	88	89
	Indiferença (%)	0	2	2	4
	Rejeição (%)	1	2	10	7
Espalhabilidade	Aceitação (%)	99	98	82	90
	Indiferença (%)	0	0	1	4
	Rejeição (%)	1	2	17	6
Sabor	Aceitação (%)	82	89	82	62
	Indiferença (%)	9	2	4	2
	Rejeição (%)	9	9	14	36

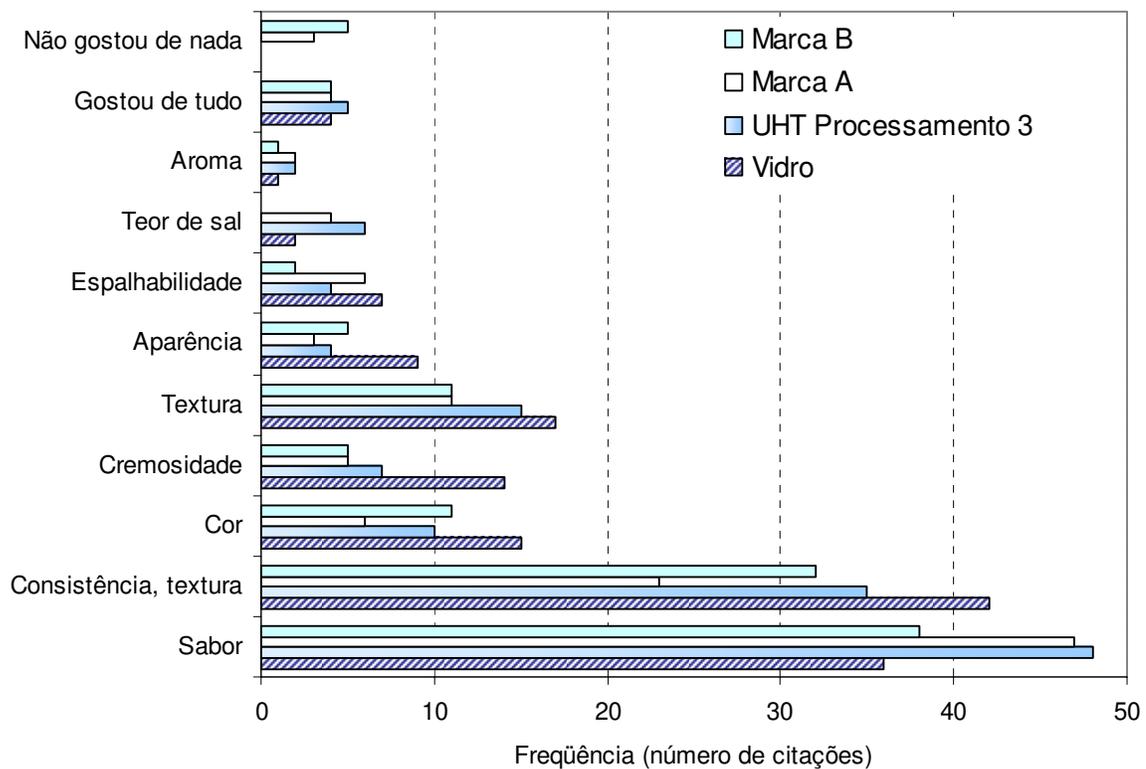


Figura 70: Distribuição em frequência dos comentários relativos à questão aberta “mais gostei” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso light, (Vidro = RCL, UHT = RCL_{UHT}).

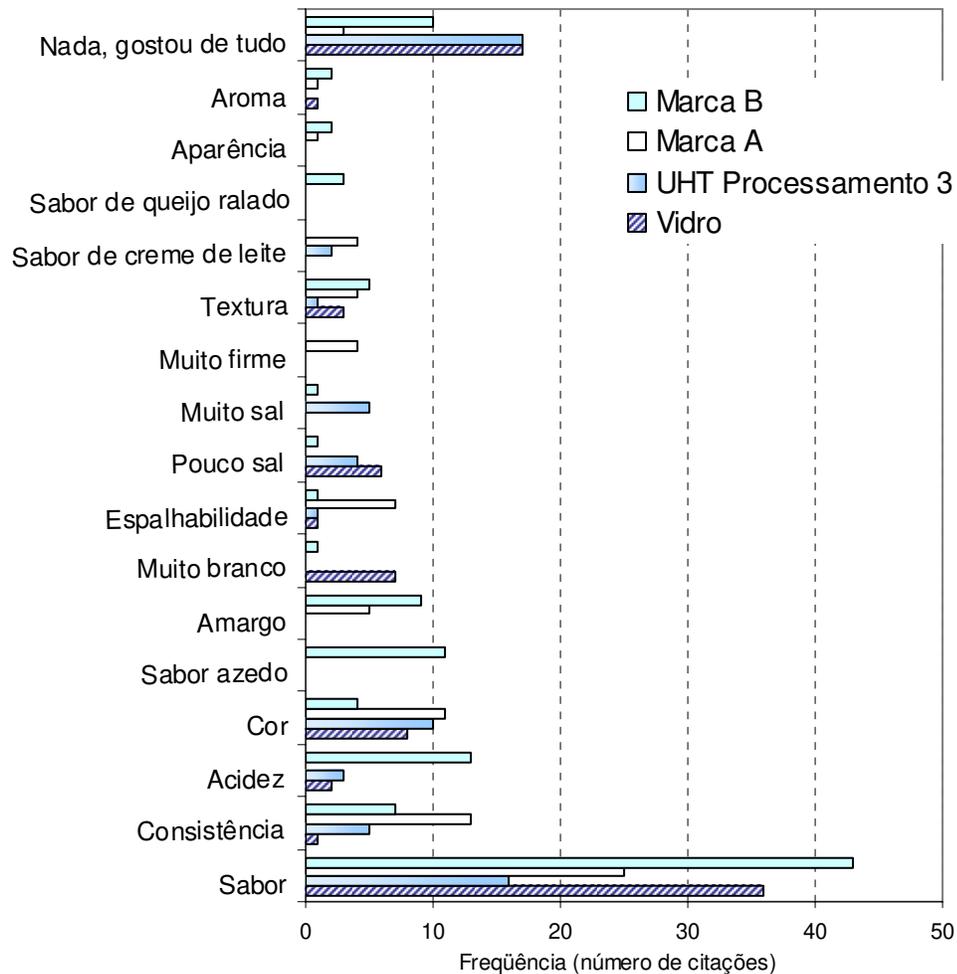


Figura 71: Distribuição em frequência dos comentários relativos à questão aberta “menos gostei” descritos pelo grupo de 102 consumidores para as amostras de requeijão cremoso light.

4.7.7 Comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) – 6º Processamento

Os valores médios obtidos são apresentados na Tabela 40 enquanto o perfil sensorial das amostras encontra-se na Figura 72. Verifica-se que a amostra de RCL_{UHT} em relação ao RCL, apresenta ao nível de erro de 5% cor branco-creme mais escura, menos consistência, mais fluidez, mais escorrimento no pão, menor sensação de corpo/consistência oral e sabor de creme de leite e gosto salgado mais intensos.

Tabela 40: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) relativas ao 6º Processamento por 12 julgadores treinados para ADQ*.

AMOSTRAS ATRIBUTOS	RCL _{UHT} recém-produzida	RCL recém-produzida	D.M.S.
Aparência			
1. Cor branco-creme	3,3 ± 0,6 a	2,1 ± 0,8 b	0,61
Aroma			
2. Característico de requeijão	4,1 ± 0,6 a	3,9 ± 1,0 a	0,69
3. Creme de leite	5,4 ± 0,8 a	4,6 ± 1,4 a	0,97
4. Queijo maturado	0,5 ± 0,7 a	0,2 ± 0,4 a	0,49
Textura não oral			
5. Consistência	3,0 ± 1,1 b	7,8 ± 0,9 a	0,85
6. Fluidez	6,8 ± 1,3 a	1,2 ± 0,9 b	0,96
7. Escorrimento no pão	5,9 ± 1,3 a	2,3 ± 1,1 b	1,00
Sensação na boca			
8. Corpo/consistência	5,2 ± 0,9 b	8,1 ± 1,6 a	1,12
Sabor / gosto			
9. Característico de requeijão	5,4 ± 0,9 a	5,9 ± 1,4 a	0,98
10. Creme de leite	7,5 ± 1,0 a	6,2 ± 1,7 b	1,18
11. Salgado	6,7 ± 1,0 a	5,4 ± 0,9 b	0,77
12. Ácido	6,3 ± 0,4 a	5,6 ± 1,5 a	0,91
13. Amargo	1,1 ± 0,4 a	0,7 ± 0,6 a	0,43

* Valores expressos como *Média ± Desvio-padrão*.

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes ao nível de erro de 5%.

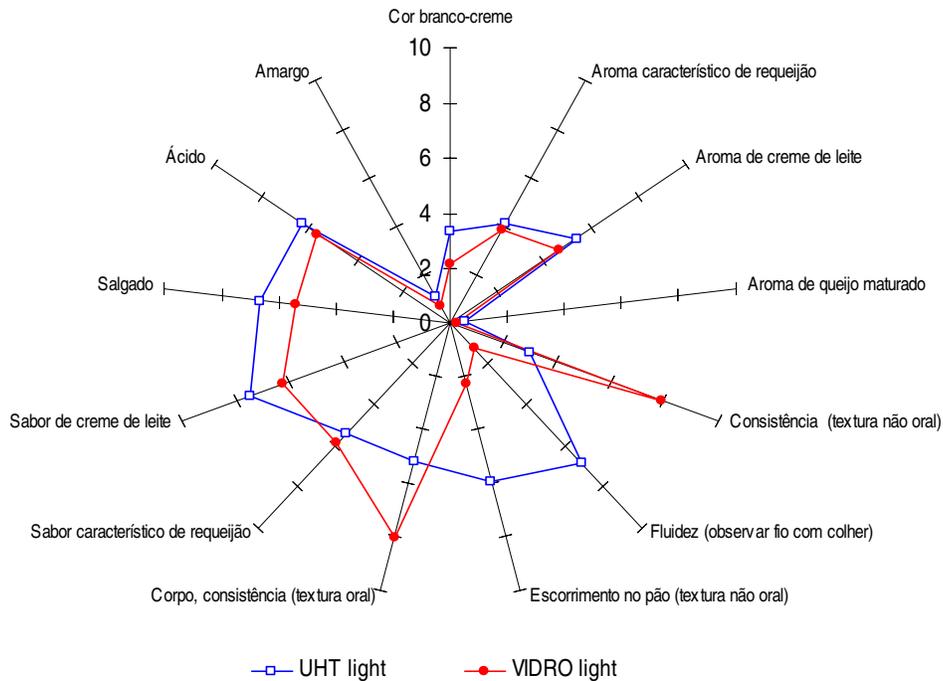


Figura 72: Perfil sensorial obtido para as amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) relativas ao 6º Processamento, (Vidro = RCL, UHT = RCL_{UHT}).

4.7.8 Comparação entre as características sensoriais das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) – 7º Processamento

Os valores médios obtidos são apresentados na Tabela 41 enquanto o perfil sensorial das amostras encontra-se na Figura 73. Verifica-se que a amostra de RCL_{UHT} em relação ao RCL, somente diferiu ao nível de erro de 5% quanto à intensidade do sabor característico de requeijão, considerada levemente menor.

Tabela 41: Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) relativas ao 7º Processamento por 12 julgadores treinados para ADQ*.

AMOSTRAS ATRIBUTOS	RCL _{UHT} recém- produzida	RCL recém- produzida	D.M.S.
Aparência			
1. Cor branco-creme	2,9 ± 0,3 a	2,8 ± 0,5 a	0,41
Aroma			
2. Característico de requeijão	3,0 ± 0,0 a	3,0 ± 0,9 a	0,61
3. Creme de leite	6,0 ± 0,2 a	6,0 ± 0,8 a	0,61
4. Queijo maturado	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,05
Textura não oral			
5. Consistência	6,3 ± 0,7 a	6,0 ± 1,1 a	0,95
6. Fluidez	4,9 ± 0,5 a	4,0 ± 1,5 a	1,15
7. Escorrimento no pão	3,7 ± 0,5 a	4,0 ± 0,7 a	0,64
Sensação na boca			
8. Corpo/consistência	6,3 ± 0,5 a	5,7 ± 1,2 a	0,92
Sabor / gosto			
9. Característico de requeijão	5,9 ± 0,3 b	6,6 ± 0,9 a	0,65
10. Creme de leite	6,9 ± 0,2 a	6,9 ± 1,0 a	0,71
11. Salgado	6,9 ± 0,4 a	7,0 ± 0,8 a	0,64
12. Ácido	3,8 ± 0,7 a	3,8 ± 0,9 a	0,79
13. Amargo	1,1 ± 0,3 a	1,1 ± 0,5 a	0,39

* Valores expressos como *Média ± Desvio-padrão*.

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes ao nível de erro de 5%.

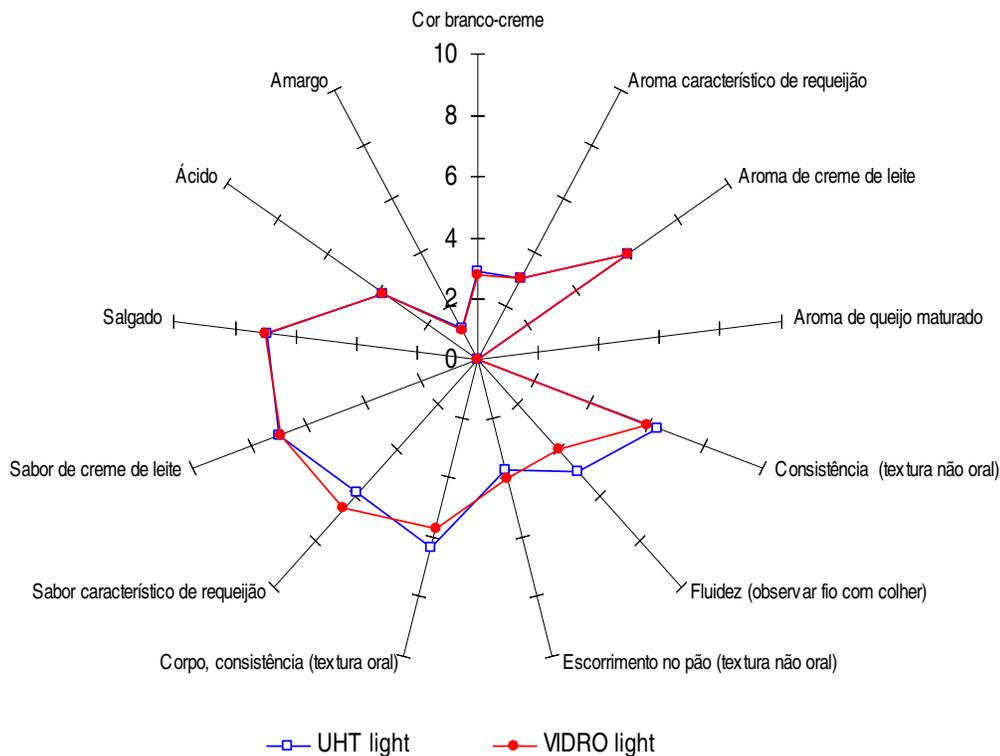


Figura 73: Perfil sensorial obtido para as amostras de requeijão cremoso light (RCL) e requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) relativas ao 7º Processamento, (Vidro = RCL, UHT = RCL_{UHT}).

4.7.9 Avaliação sensorial durante a estocagem das amostras de requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT})– 7º Processamento

Durante o estudo, correspondente a 180 dias de estocagem, doze julgadores treinados completaram todas as avaliações.

Os resultados obtidos na análise sensorial descritiva quantitativa para acompanhamento da estocagem das amostras de requeijão cremoso light UHT nas temperaturas 10, 25 e 35º C são apresentados na Tabela 42. Verifica-se que a partir de 15 dias de estocagem foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% entre o produto considerado Referência (requeijão cremoso light UHT mantido a 5º C) e a amostra estocada a 35º C, interrompendo-

se as avaliações aos 90 dias de estocagem, quando o produto já apresentava perda de qualidade sensorial bem definida. Para o produto estocado a 25° C foram detectadas diferenças significativas ao nível de 5% em relação à Referência somente a partir de 60 dias de estocagem, com as avaliações suspensas aos 150 dias, e para o produto mantido a 10° C a partir de 135 dias, sendo as avaliações conduzidas até os 180 dias de estocagem previstos no estudo. A Figura 74 ilustra os perfis sensoriais das amostras nas diferentes temperaturas de estocagem ao final do período de estudo, observando-se que ao longo da estocagem as amostras sofreram perdas de aroma e sabor característico de requeijão e de creme de leite, com o aparecimento de sabor amargo, oxidado/rançoso e sabores estranhos, os quais foram descritos como fermentado, azedo, adstringente e químico. Observa-se, em geral, a tendência do produto ter suas propriedades de textura afetadas pela temperatura de estocagem, sendo que tende a tornar-se menos consistente, com maior fluidez e com mais escorrimento no pão, com diminuição da percepção oral de corpo/consistência quando estocados a 10 e 25° C, enquanto a 35° C observa-se a tendência inversa, isto é, do produto tornar-se mais consistente, com menor fluidez e com menos escorrimento no pão.

O estudo da correlação entre a perda de qualidade sensorial e os demais atributos, conforme resultados apresentados na Tabela 43 com destaque na cor azul para os valores considerados indicativos de correlação aceitável, indicam que os atributos mais críticos, isto é, que definem a perda de qualidade sensorial do produto e o grau de diferença em relação à amostra tomada como Referência durante a estocagem, a qual também sofreu certa perda sensorial durante o estudo tornando os resultados relativos, são:

- desenvolvimento de aroma oxidado/rançoso/sabão a 25 e 35° C;
- desenvolvimento de aroma estranho a 25° C;
- perda de sabor característico de requeijão nas três temperaturas estudadas;
- perda de aroma de creme de leite a 35° C;
- surgimento de gosto amargo a 25 e 35° C;
- surgimento de sabor oxidado/rançoso nas três temperaturas;
- desenvolvimento de sabor estranho a 25 e 35° C.

Tabela 42: Valores médios obtidos na avaliação sensorial do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem*.

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)									
		15	30	60	90	105	120	135	150	165	180
1. Cor branco-creme	Referência	3,1 ± 0,4 3,1 ± 0,5 2,9 ± 0,3 3,1 ± 0,4 2,9 ± 0,6 3,2 ± 0,4 3,1 ± 0,2									
	UHT a 10º	3,0 ± 0,4 a	a	a	a	a	a	a	a	3,2 ± 0,3 a	3,3 ± 0,4 a
	C	2,8 ± 0,4 a	a	a	a	a	a	a	a	3,3 ± 0,5 a	3,5 ± 0,8 a
	UHT a 25º	3,7 ± 0,7	3,9 ± 0,6	4,1 ± 0,6	3,7 ± 0,8	3,4 ± 1,0	4,5 ± 0,7	5,0 ± 0,6			
	C	3,0 ± 0,5 a	a	b	b	b	b	b	Nd	Nd	
	UHT a 35º	3,9 ± 0,7	4,5 ± 1,4	5,7 ± 0,8							
	C	3,6 ± 0,6 b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,53	0,72	0,94	0,55	0,48	0,57	0,57	0,46	0,45	0,68
	Referência	2,9 ± 0,2 3,2 ± 0,4 3,0 ± 0,1 3,1 ± 0,3 2,9 ± 0,2 3,0 ± 0,2 3,0 ± 0,1									
	UHT a 10º	3,0 ± 0,2 a	a	a	a	a	a	a	a	2,9 ± 0,4 a	3,0 ± 0,4 a
2. Aroma característico de requeijão	C	3,0 ± 0,7 a	a	a	b	a	a	a	2,8 ± 0,6 a	2,7 ± 0,5 a	
	UHT a 25º	2,9 ± 0,7	3,0 ± 0,5	2,4 ± 0,6	2,2 ± 0,7	2,8 ± 0,8	2,1 ± 0,9	1,8 ± 0,7			
	C	3,0 ± 0,5 a	a	a	b	a	b	b	Nd	Nd	
	UHT a 35º	2,5 ± 1,0	3,1 ± 1,2	1,6 ± 1,2							
	C	2,8 ± 0,6 a	a	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,61	0,75	0,62	0,73	0,44	0,53	0,55	0,45	0,42	0,42

3. Aroma de creme de leite	Referência	6,0 ± 0,2	5,8 ± 0,2	6,0 ± 0,1	5,9 ± 0,3	5,8 ± 0,4	5,8 ± 0,4	6,0 ± 0,1			
		6,0 ± 0,2 a	a	a	a	a	a	a	5,8 ± 0,6 a	5,6 ± 0,8 a	
	UHT a 10°	5,8 ± 0,4	5,5 ± 0,9	5,7 ± 0,6	5,4 ± 0,9	5,6 ± 1,0	5,7 ± 0,4	5,6 ± 0,5			
	C	6,0 ± 0,6 a	a	a	a	a	a	a	5,6 ± 0,6 a	5,5 ± 0,6 a	
	UHT a 25°	5,6 ± 0,9	5,8 ± 0,9	5,5 ± 0,9	5,0 ± 1,8	5,7 ± 0,8	4,9 ± 1,6	4,8 ± 2,0			
	C	5,6 ± 0,4 a	a	a	a	a	a	b	Nd	Nd	
	UHT a 35°	5,1 ± 1,5	5,4 ± 0,8	3,9 ± 2,4							
	C	5,8 ± 1,0 a	a	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
	D.M.S.	0,67	0,94	0,77	1,37	1,14	0,77	0,94	1,15	0,45	0,43
	4. Aroma de queijo maturado	Referência	0,1 ± 0,3	0,3 ± 0,8	0,2 ± 0,3	0,1 ± 0,2	0,3 ± 0,5	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,0		
		0,1 ± 0,2 a	a	a	a	a	a	a	0,1 ± 0,3 a	0,3 ± 0,9 a	
UHT a 10°		0,2 ± 0,7	0,4 ± 0,7	0,0 ± 0,0	0,2 ± 0,4	0,4 ± 0,7	0,2 ± 0,4	0,1 ± 0,3			
C		0,1 ± 0,2 a	a	a	a	a	a	a	0,3 ± 0,6 a	0,5 ± 1,3 a	
UHT a 25°		0,1 ± 0,4	0,5 ± 0,8	1,1 ± 1,2	0,9 ± 2,4	0,5 ± 0,7	1,3 ± 1,5	1,3 ± 2,1			
C		0,1 ± 0,3 a	a	a	a	a	b	a	Nd	Nd	
UHT a 35°		0,4 ± 1,0	1,0 ± 1,1	2,9 ± 2,8							
C		0,4 ± 0,9 a	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
D.M.S.		0,40	0,49	0,65	1,44	1,55	0,48	0,81	1,34	0,26	0,28
5. Aroma Oxidado/rançoso/sabão		Referência	0,1 ± 0,2	0,3 ± 0,6	0,1 ± 0,2	0,3 ± 0,5	0,4 ± 0,7	0,2 ± 0,5	0,0 ± 0,1		
		0,1 ± 0,2 a	a	a	a	a	a	a	0,2 ± 0,4 a	0,5 ± 1,1 a	
	UHT a 10°	0,3 ± 0,9	0,6 ± 1,1	0,1 ± 0,3	0,4 ± 0,7	0,7 ± 0,9	0,4 ± 0,6	0,9 ± 1,4			
	C	0,1 ± 0,3 a	a	a	a	a	a	a	0,3 ± 0,7 a	0,7 ± 1,3 a	
	UHT a 25°	0,2 ± 0,6	0,5 ± 0,9	1,8 ± 2,0	2,1 ± 2,5	0,8 ± 1,3	1,8 ± 1,9	3,0 ± 2,3			
	C	0,1 ± 0,3 a	a	b	b	a	b	b	Nd	Nd	

	UHT a 35°	0,9 ± 1,4	1,1 ± 1,5	4,1 ± 2,9						
	C	0,5 ± 1,2 a	b	a	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,55	0,64	0,86	1,67	1,55	1,12	1,11	1,65	0,38
	Referência	0,0 ± 0,1	0,1 ± 0,4	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	
		0,1 ± 0,3 a	a	a	a	a	a	a	a	0,2 ± 0,4 a
	UHT a 10°	0,2 ± 0,6	0,2 ± 0,5	0,0 ± 0,0	0,2 ± 0,7	0,2 ± 0,4	0,2 ± 0,5	0,1 ± 0,3		
	C	0,2 ± 0,6 a	a	a	a	a	a	a		0,1 ± 0,3 a
6. Aroma estranho	UHT a 25°	0,2 ± 0,6	0,3 ± 0,8	1,1 ± 1,2	2,2 ± 2,7	0,2 ± 0,5	1,7 ± 2,0	2,8 ± 2,6		
	C	0,2 ± 0,4 a	a	a	b	a	b	b		Nd
	UHT a 35°	0,5 ± 1,5	0,7 ± 1,2	3,3 ± 2,8						
	C	0,6 ± 1,3 a	a	b	Nd	Nd	Nd	Nd		Nd
	D.M.S.	0,53	0,63	0,65	1,51	1,63	0,38	1,19	1,62	0,23
	Referência	6,0 ± 0,5	6,3 ± 0,7	6,1 ± 0,3	6,0 ± 0,4	5,9 ± 0,3	6,0 ± 0,2	5,8 ± 0,5		
		5,7 ± 0,7 a	a	a	a	a	a	a		6,0 ± 0,6 a
	UHT a 10°	4,3 ± 0,8	5,0 ± 0,7	5,6 ± 0,9	4,8 ± 0,8	5,0 ± 1,0	5,4 ± 0,8	5,3 ± 1,1		
	C	4,5 ± 0,7 b	b	a	b	a	a	a		6,2 ± 0,5 a
7. Consistência (textura não oral)	UHT a 25°	5,9 ± 0,9	5,4 ± 0,8	6,1 ± 0,6	4,9 ± 0,9	6,1 ± 0,8	5,0 ± 1,2	5,7 ± 1,4		
	C	5,1 ± 0,7 a	a	b	a	b	b	b		Nd
	UHT a 35°	6,4 ± 0,8	7,4 ± 0,9	6,5 ± 2,0						
	C	6,5 ± 0,5 a	a	b	a	Nd	Nd	Nd		Nd
	D.M.S.	6,0 ± 0,5	6,3 ± 0,7	6,1 ± 0,3	6,0 ± 0,4	5,9 ± 0,3	6,0 ± 0,2	5,8 ± 0,5		
		5,7 ± 0,7 a	a	a	a	a	a	a		6,0 ± 0,6 a
8. Fluidez (textura não oral)	Referência	5,2 ± 0,7	4,4 ± 1,0	5,2 ± 0,5	4,8 ± 0,7	4,9 ± 0,6	5,1 ± 0,3	5,1 ± 0,3		
		5,0 ± 0,6 a	a	a	a	a	a	a		4,9 ± 0,3 a

	UHT a 10°	6,0 ± 0,9	5,8 ± 1,1	5,6 ± 0,6	6,0 ± 0,8	5,3 ± 1,2	5,2 ± 0,6	4,9 ± 1,0			
	C	6,4 ± 0,6 b	a	b	a	b	a	a	4,9 ± 0,7 a	5,1 ± 0,5 a	
	UHT a 25°	5,3 ± 0,9	4,9 ± 1,0	5,0 ± 0,7	5,4 ± 1,2	5,4 ± 1,0	5,0 ± 0,8	4,6 ± 1,3			
	C	5,6 ± 1,3 a	a	a	a	a	a	a	Nd	Nd	
	UHT a 35°	4,1 ± 0,9	3,0 ± 1,2	3,0 ± 2,0							
	C	4,6 ± 0,6 a	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
	D.M.S.	0,84	0,83	0,96	1,20	0,99	1,14	0,69	0,98	0,63	0,33
	Referência	3,9 ± 0,3	4,0 ± 0,4	4,0 ± 0,0	4,1 ± 0,3	4,1 ± 0,2	3,9 ± 0,2	4,0 ± 0,1			
		4,1 ± 0,7 a	a	a	a	a	a	a	4,0 ± 0,4 a	4,3 ± 1,0 a	
	UHT a 10°	5,4 ± 0,7	4,9 ± 0,7	4,8 ± 0,6	4,5 ± 0,8	4,5 ± 0,9	4,6 ± 0,6	4,2 ± 0,8			
	C	5,3 ± 0,9 b	b	a	a	a	a	a	3,8 ± 0,6 a	4,2 ± 0,4 a	
9. Escorrimento no pão (textura não oral)	UHT a 25°	4,1 ± 0,6	4,4 ± 0,6	4,1 ± 0,5	4,5 ± 0,7	3,9 ± 0,8	4,7 ± 1,1	3,6 ± 0,9			
	C	4,9 ± 0,7 a	a	a	a	a	b	a	Nd	Nd	
	UHT a 35°	3,8 ± 0,8	3,1 ± 0,5	3,3 ± 1,8							
	C	3,6 ± 0,5 a	a	b	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	
	D.M.S.	0,86	0,64	0,49	1,12	0,69	0,71	0,75	0,77	0,25	0,82
10. Corpo / consistência (textura oral)	Referência	6,0 ± 0,2	6,2 ± 0,7	6,1 ± 0,3	5,9 ± 0,4	6,1 ± 0,6	6,0 ± 0,3	5,9 ± 0,3			
		6,1 ± 0,3 a	a	a	a	a	a	a	6,0 ± 0,6 a	5,9 ± 0,3 a	
	UHT a 10°	4,8 ± 0,8	5,0 ± 0,8	5,1 ± 0,6	5,0 ± 0,9	5,4 ± 1,1	5,6 ± 0,6	5,1 ± 0,9			
	C	4,9 ± 0,7 b	b	a	b	a	a	a	6,2 ± 0,5 a	5,6 ± 0,5 a	
	UHT a 25°	6,1 ± 0,9	5,4 ± 0,7	5,9 ± 0,5	5,0 ± 0,9	6,2 ± 1,0	4,9 ± 0,8	5,7 ± 1,4			
	C	4,9 ± 0,7 b	a	a	b	a	b	a	Nd	Nd	
	UHT a 35°	6,6 ± 0,6	6,9 ± 1,1	5,8 ± 1,8						Nd	
	C	6,0 ± 0,7 a	a	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	

	D.M.S.	0,62	0,73	0,87	1,12	0,60	0,78	0,54	0,96	0,50	0,46
	Referência	5,6 ± 0,5 5,8 ± 0,6 5,8 ± 0,2 5,6 ± 0,5 5,5 ± 0,8 6,0 ± 0,1 5,7 ± 0,4									
		5,7 ± 0,5 a	a	a	a	a	a	a	a	5,6 ± 0,8 a	5,9 ± 0,6 a
	UHT a 10°	5,7 ± 0,8 5,1 ± 1,5 5,3 ± 0,9 4,8 ± 1,4 5,2 ± 0,9 5,3 ± 0,9 4,7 ± 1,1									
	C	5,4 ± 0,9 a	a	a	a	a	a	a	a	5,2 ± 1,0 a	5,2 ± 0,7 a
11. Sabor característico de requeijão	UHT a 25°	5,5 ± 1,0 5,7 ± 0,9 4,8 ± 1,1 4,1 ± 0,8 5,2 ± 1,1 3,7 ± 1,0 3,3 ± 0,9									
	C	5,3 ± 0,8 a	a	b	b	a	b	b	Nd	Nd	Nd
	UHT a 35°	3,7 ± 1,3 4,8 ± 1,3 1,1 ± 0,5									
	C	4,7 ± 0,9 b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,87	0,93	0,88	0,79	1,09	0,93	0,66	0,88	0,90	0,47
	Referência	7,0 ± 0,5 7,0 ± 0,6 6,9 ± 0,2 6,8 ± 0,7 7,0 ± 0,8 6,9 ± 0,1 6,9 ± 0,2									
		7,0 ± 0,1 a	a	a	a	a	a	a	a	6,8 ± 0,8 a	6,7 ± 0,6 a
	UHT a 10°	6,6 ± 0,8 6,5 ± 0,8 6,4 ± 0,9 6,3 ± 0,9 6,1 ± 1,2 6,8 ± 0,8 6,5 ± 1,1									
	C	7,0 ± 0,7 a	a	a	a	a	a	a	a	6,7 ± 0,9 a	6,6 ± 1,0 a
12. Sabor de creme de leite	UHT a 25°	6,2 ± 0,9 6,4 ± 0,8 6,0 ± 1,0 5,5 ± 1,6 6,3 ± 1,3 5,7 ± 2,3 5,4 ± 2,4									
	C	7,0 ± 0,8 a	a	a	b	a	a	b	Nd	Nd	Nd
	UHT a 35°	5,4 ± 1,9 6,0 ± 1,1 3,1 ± 3,0									
	C	6,0 ± 1,2 b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,76	1,17	0,87	1,61	1,13	1,16	1,37	1,40	0,54	0,77
	Referência	6,8 ± 0,4 7,0 ± 0,0 6,8 ± 0,3 7,0 ± 0,1 6,8 ± 0,4 6,8 ± 0,3 7,0 ± 0,4									
13. Gosto salgado	Padrão	a	a	a	a	a	a	a	a	6,8 ± 0,6 a	6,8 ± 0,4 a
	UHT a 10°	7,1 ± 0,2 7,0 ± 0,6 7,1 ± 0,4 6,8 ± 0,5 6,8 ± 0,6 7,3 ± 0,5 7,0 ± 0,4									
	C	3P 10°C	a	a	a	a	a	a	a	7,1 ± 0,5 a	7,0 ± 0,6 a

	UHT a 25°	6,9 ± 0,6	7,1 ± 0,6	7,3 ± 0,5	7,3 ± 0,5	6,7 ± 0,7	7,1 ± 0,5	6,9 ± 0,6		
	C 3P 25°C	a	a	a	a	a	a	a	7,1 ± 0,6	a Nd
	UHT a 35°	6,9 ± 0,8	7,4 ± 1,0	6,9 ± 0,6						
	C 3P 35°C	a	a	a	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S. d.m.s.(5%)	0,47	0,62	0,49	0,70	0,60	0,55	0,47	0,57	0,54
	Referência	3,8 ± 0,5	3,8 ± 0,3	3,6 ± 0,3	3,7 ± 0,6	3,7 ± 0,3	3,8 ± 0,5	3,5 ± 0,2		
		3,5 ± 0,2	a	a	a	a	a	a	3,9 ± 0,6	a 3,9 ± 0,6 a
	UHT a 10°	3,9 ± 0,6	4,1 ± 0,6	3,7 ± 0,6	4,1 ± 1,0	3,7 ± 0,5	3,6 ± 0,4	4,2 ± 0,8		
	C	4,0 ± 0,7	a	a	a	a	a	a	3,9 ± 1,0	a 4,4 ± 1,2 a
14. Gosto ácido	UHT a 25°	4,2 ± 0,7	4,2 ± 0,5	4,4 ± 0,5	4,8 ± 0,5	4,2 ± 0,7	4,8 ± 0,9	5,2 ± 1,0		
	C	4,3 ± 0,9	b a	a	b	a	b	b	Nd	Nd
	UHT a 35°	4,2 ± 0,7	4,4 ± 0,8	5,6 ± 1,2						
	C	4,4 ± 0,5	b a	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,61	0,61	0,59	0,83	0,55	0,58	0,53	0,69	0,75 1,14
	Referência	1,3 ± 0,7	1,2 ± 0,6	1,0 ± 0,1	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,4	1,2 ± 0,5	1,1 ± 0,2		
		1,3 ± 0,4	a a	a	a	a	a	a	1,1 ± 0,2	a 1,4 ± 0,6 a
	UHT a 10°	1,3 ± 0,6	1,7 ± 0,6	1,2 ± 0,4	1,6 ± 0,8	1,7 ± 1,1	1,7 ± 0,8	1,7 ± 0,8		
	C	1,3 ± 0,4	a a	a	a	a	a	a	1,2 ± 0,8	a 1,7 ± 1,2 a
15. Gosto amargo	UHT a 25°	1,6 ± 0,5	1,8 ± 0,6	2,3 ± 0,9	2,8 ± 1,2	1,6 ± 0,8	2,6 ± 1,0	3,9 ± 1,5		
	C	1,3 ± 0,4	a a	a	b b	a	b	b	Nd	Nd
	UHT a 35°	1,7 ± 0,7	2,5 ± 0,8	6,5 ± 1,3						
	C	2,0 ± 0,9	b a	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,62	0,72	0,66	0,85	0,80	0,85	0,59	0,88	0,63 0,77

16. Sabor oxidado/rançoso	Referência	0,1 ± 0,3	0,2 ± 0,6	0,4 ± a	0,8 ± a	0,1 ± a	0,2 ± a	0,2 ± a	0,6 ± a	0,6 ± a	1,3 ± a	0,2 ± a	0,7 ± a	0,0 ± 0,1		
	UHT a 10°	0,6 ± 1,0	0,8 ± 1,2	0,9 ± 1,3	1,2 ± 1,5	1,0 ± 1,1	1,2 ± 1,4	1,6 ± 1,5								
	C	0,4 ± 0,7	a	a	a	a	a	a	0,9 ± 1,4	a	0,9 ± 1,5	a				
	UHT a 25°	0,9 ± 1,2	1,1 ± 1,2	2,8 ± 1,3	2,4 ± 2,2	1,5 ± 1,7	3,3 ± 2,5	4,1 ± 1,9								
	C	0,9 ± 1,2	a	a	b	b	a	b	b	Nd	Nd					
	UHT a 35°	3,2 ± 2,4	2,1 ± 1,7	5,7 ± 2,4												
	C	1,4 ± 1,3	b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd					
	D.M.S.	1,00	1,47	1,01	1,37	1,75	1,54	1,42	1,20	1,03	0,83					
17. Sabor estranho	Referência	0,1 ± 0,2	0,4 ± 0,8	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,2	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,1							
	UHT a 10°	0,4 ± 1,1	0,8 ± 1,6	0,1 ± 0,3	0,3 ± 0,8	0,6 ± 0,8	0,4 ± 1,1	1,0 ± 1,5								
	C	0,5 ± 0,8	a	a	a	a	a	a	0,1 ± 0,3	a	0,7 ± 1,3	a				
	UHT a 25°	0,2 ± 0,6	1,2 ± 1,6	2,1 ± 1,8	2,0 ± 2,9	0,4 ± 1,0	2,5 ± 2,7	2,8 ± 2,5								
	C	0,2 ± 0,4	a	a	b	b	a	b	b	Nd	Nd					
	UHT a 35°	1,9 ± 3,0	2,2 ± 2,0	4,2 ± 2,9												
	C	1,3 ± 1,5	b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd					
	D.M.S.	0,84	1,63	1,22	1,68	1,77	0,78	1,51	1,57	0,34	0,61					
18. Grau de diferença	Referência	0,8 ± 0,6	1,0 ± 0,7	0,9 ± a	0,9 ± a	0,4 ± a	0,3 ± a	0,5 ± a	0,7 ± a	0,3 ± a	0,6 ± a	0,5 ± a	0,9 ± a	0,5 ± 0,7		
	UHT a 10°	1,7 ± 0,9	2,1 ± 1,2	1,3 ± 1,2	2,0 ± 1,4	1,5 ± 1,3	1,7 ± 1,1	1,8 ± 1,5								
	C	1,6 ± 1,0	b	a	b	a	b	b	b	1,3 ± 1,1	a	2,0 ± 1,3	b			
	UHT a 25°	1,5 ± 1,2	2,4 ± 0,9	2,6 ± 1,6	3,5 ± 2,1	2,5 ± 1,6	5,3 ± 1,4	5,8 ± 1,5								
	C	1,9 ± 1,0	b	a	b	b	b	b	b	Nd	Nd					

	UHT a 35°	3,6 ± 1,9	4,0 ± 1,6	6,8 ± 2,0						
	C	2,8 ± 1,0 b b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,90	1,18	1,02	1,35	1,42	1,34	1,02	1,33	0,86
	Referência	0,4 ± 0,5	0,7 ± 0,7	0,3 ± 0,3	0,4 ± 0,7	0,3 ± 0,6	0,3 ± 0,6	0,2 ± 0,3		
		0,4 ± 0,6 a a	a	0,5 ± 0,6 a 0,6 ± 1,1 a						
	UHT a 10°	1,1 ± 1,0	1,5 ± 1,1	1,3 ± 1,5	1,7 ± 1,7	1,1 ± 1,1	1,9 ± 1,4	2,2 ± 1,7		
	C	0,6 ± 0,7 a a	a	a	a	a	b	b	1,6 ± 1,4 b	2,3 ± 1,5 b
19. Perda de qualidade	UHT a 25°	1,3 ± 1,1	2,0 ± 1,1	3,2 ± 1,3	4,1 ± 1,7	2,4 ± 1,9	5,7 ± 1,5	6,0 ± 1,6		
	C	1,2 ± 1,1 a a	b	b	b	b	b	b	Nd	Nd
	UHT a 35°	3,7 ± 1,8	3,3 ± 1,3	7,5 ± 1,4						
	C	2,1 ± 1,4 b b	b	b	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	D.M.S.	0,98	1,20	1,01	1,20	1,41	1,31	1,13	1,35	1,09

* Valores expressos como *Média ± Desvio-padrão*.

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Dunnett). Para cada atributo e tempo de estocagem, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si ao nível de erro de 5%.

Nd: não determinado.

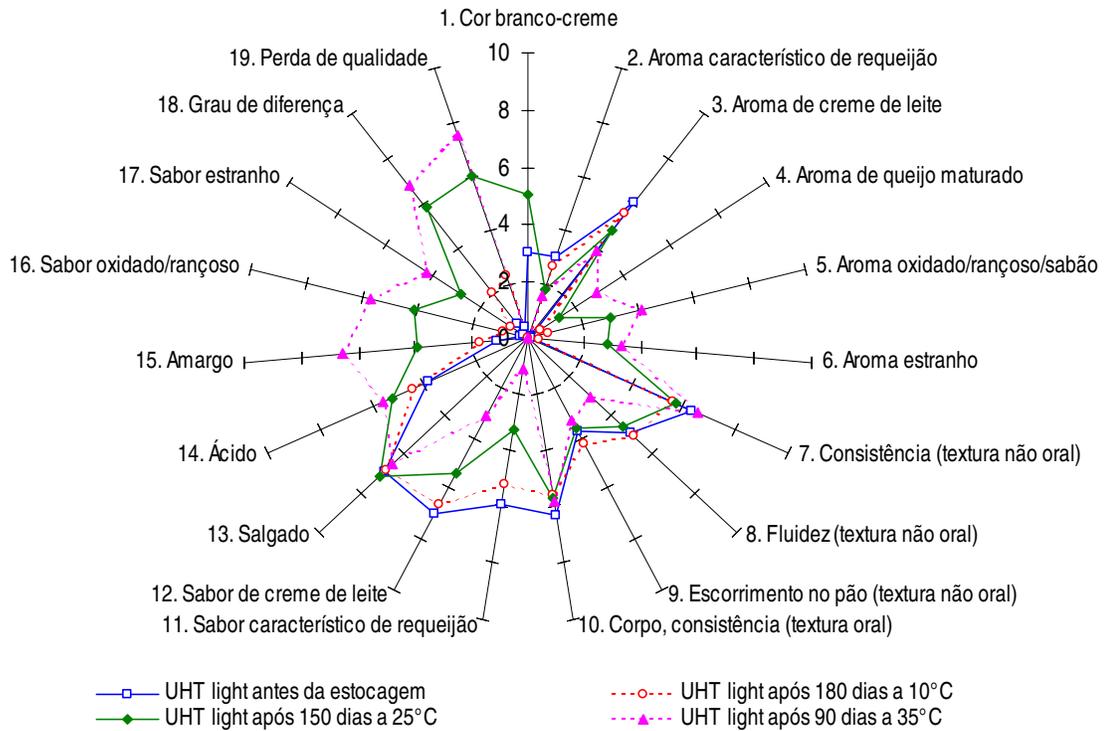


Figura 74: Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso light UHT (7^o Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem nas temperaturas estudadas (valores médios entre 12 julgadores treinados).

Tabela 43: Coeficiente de correlação linear entre os atributos sensoriais e a perda de qualidade do requeijão cremoso light UHT (3º Processamento) durante a estocagem.

Atributos \ Temperatura de estocagem	Coeficiente de correlação linear (r)		
	10º C	25º C	35º C
Aparência			
1. Cor branco-creme	0,5210	0,5823	0,6306
Aroma			
2. Característico de requeijão	-0,4793	-0,6323	-0,5767
3. Creme de leite	-0,3827	-0,5631	-0,5316
4. Queijo maturado	0,3497	0,4369	0,5406
5. Oxidado/rançoso/sabão	0,5067	0,6963	0,6892
6. Estranho	0,3227	0,6664	0,6365
Textura não oral			
7. Consistência	-0,1959	-0,0701	-0,1558
8. Fluidez	-0,0985	-0,1662	-0,0885
9. Escorrimento no pão	-0,1022	-0,0274	-0,0666
Sensação na boca			
10. Corpo/consistência	-0,3236	-0,2419	-0,1805
Sabor / gosto			
11. Característico de requeijão	-0,7484	-0,8347	-0,8186
12. Creme de leite	-0,3738	-0,5776	-0,6734
13. Salgado	-0,1978	-0,1203	-0,3450
14. Ácido	0,4674	0,4708	0,4495
15. Amargo	0,5776	0,8134	0,8381
16. Oxidado/rançoso	0,8001	0,8309	0,8101
17. Estranho	0,3924	0,7100	0,7161
Avaliação global			
18. Grau de diferença	0,8349	0,9465	0,8839

4.7.10 Estimativa da vida-de-prateleira do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) nas diferentes temperaturas estudadas

Nas Figuras 75 a 77 são apresentadas as regressões lineares do atributo de avaliação global “perda de qualidade” em função do tempo de estocagem a 10, 25 e 35° C, respectivamente. A partir destes dados foi estabelecida a vida-de-prateleira do produto para cada temperatura estudada, considerando o limite de aceitação equivalente ao ponto médio das escalas (valor 5). Os resultados relativos às regressões lineares são apresentados na Tabela 44.

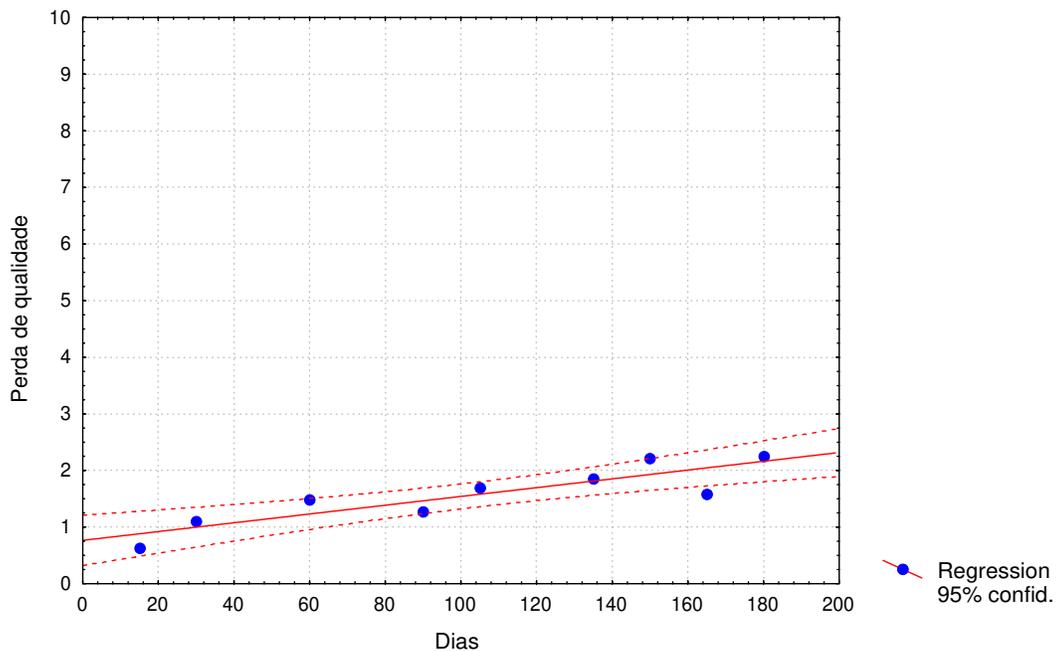


Figura 75: Regressão linear obtida para a variação do atributo **perda de qualidade** em relação ao tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT estocado a **10° C**.

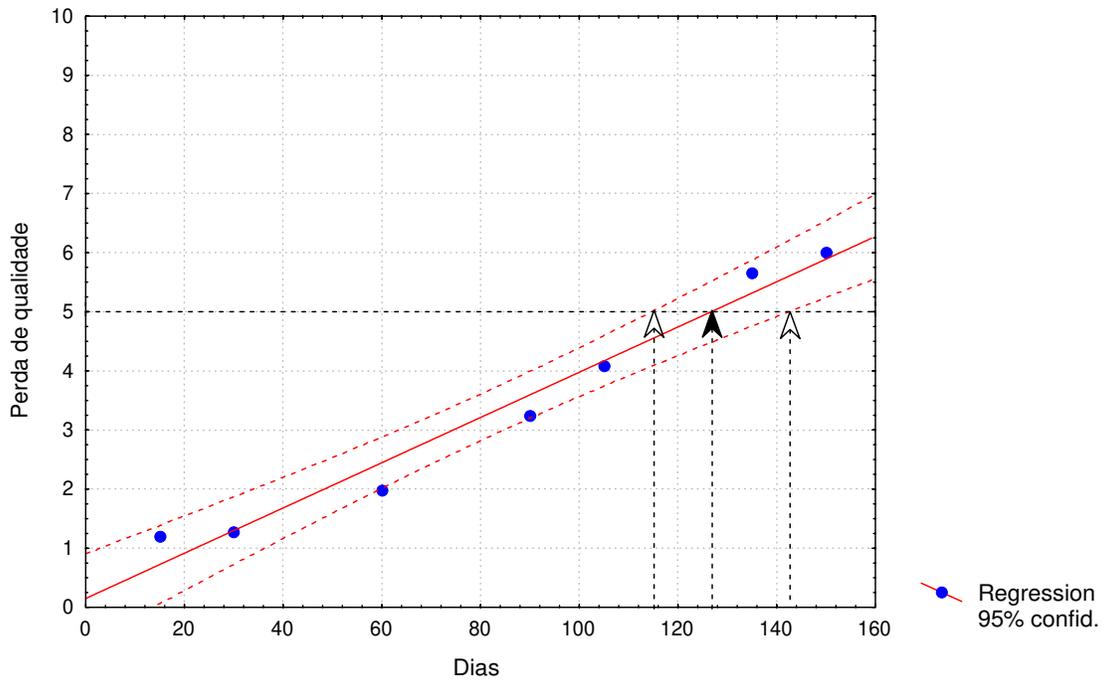


Figura 76: Regressão linear obtida para a variação do atributo **perda de qualidade** em relação ao tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT estocado a **25° C**.

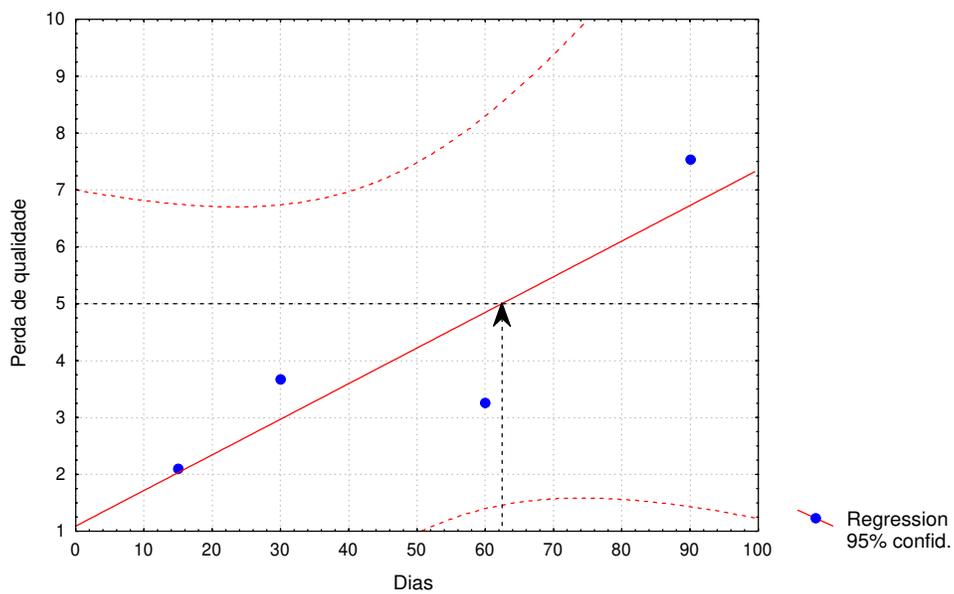


Figura 77: Regressão linear obtida para a variação do atributo **perda de qualidade** em relação ao tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT estocado a **35° C**.

Tabela 44: Dados obtidos a partir das regressões lineares do atributo “perda de qualidade (PQ)” com o tempo de estocagem do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) nas temperaturas estudadas considerando como limite de aceitação o valor 5 da escala.

Temperatura de estocagem	Equação	Coefficiente de determinação (R^2)	Vida-de-prateleira para o limite de aceitação - valor 5 da escala de perda de qualidade
10° C	$PQ = 0,7666 + 0,00776 t$	0,7747	546 dias*
25° C	$PQ = 0,1509 + 0,03826 t$	0,9698	127 dias (intervalo de 115 a 143 dias)
35° C	$PQ = 1,0908 + 0,06262 t$	0,7800	63 dias (intervalo de variação indeterminado)

t: tempo de estocagem (dias)

* Estimativa efetuada com base na extrapolação dos dados obtidos até os 180 dias de estocagem

Observa-se na Tabela 44 que a temperatura de estocagem é fator determinante da vida útil do produto, devendo-se analisar os dados relativos à estocagem a 10° C com cautela, já que a estimativa de vida-de-prateleira foi efetuada com base na estocagem até os 180 dias, não sendo possível prever com exatidão que a deterioração sensorial do produto continue linear em função do tempo de estocagem até os 546 dias estimados, sendo, portanto, mais razoável admitir como limite de estocagem o tempo relativo ao estudo, ou seja, 180 dias. Os resultados obtidos nas temperaturas de 25 e 35° C podem ser tratados com maior confiabilidade, embora tenham sido considerados poucos dados na regressão obtida para a estocagem a 35° C. Assim, a partir dos resultados apresentados na Tabela 44 e admitindo que as reações de deterioração sensorial do produto são de ordem zero, ou seja, a velocidade da reação é independente da concentração dos reagentes, é possível estabelecer o efeito da temperatura de estocagem sobre a vida-de-prateleira do produto por meio do valor Q_{10} , o qual pode expressar como a velocidade das reações de deterioração sensorial depende da temperatura (VITALI; TEIXEIRA NETO, 1996):

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida-de-prateleira}_{(T-10)}}{\text{Vida-de-prateleira}_{(T)}} = \frac{\text{Vida-de-prateleira}_{(25\text{ C})}}{\text{Vida-de-prateleira}_{(35\text{ C})}} = \frac{127 \text{ dias}}{63 \text{ dias}} \sim 2,0$$

Assim, pode-se concluir que a cada 10° C de aumento da temperatura, a velocidade de reação de deterioração sensorial é duplicada e, conseqüentemente, a vida-de-prateleira do produto reduzida a menos da metade.

Considerando as condições deste estudo e tendo em mente a necessidade de uma margem de segurança que garanta a qualidade do produto desde a produção até o consumo, sugere-se os seguintes prazos de validade para o produto:

- 6 meses sob refrigeração até 10° C;
- 4 meses quando da estocagem a 25° C;
- 2 meses para estocagem a 35° C.

5 CONCLUSÕES

- Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na composição físico-química do requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT (longa vida); a composição do requeijão cremoso light (copo) e requeijão cremoso light UHT (longa vida) foi bastante similar.
- Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no pH e teor de lactose entre o requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT durante o período de estocagem de 90 dias a 5°C. A interação entre as amostras (com e sem o tratamento térmico UHT) e o tempo de estocagem não foi significativa, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente o pH e o teor de lactose das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.
- Os índices de TBA do requeijão cremoso (RC) foram significativamente maiores do que os do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) em 30, 60 e 90 dias de estocagem a 5°C. Houve interação significativa entre as amostras ao longo do tempo, ou seja, o tratamento térmico aplicado afetou significativamente o índice de TBA das amostras ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C. Podem-se supor níveis de oxidação maiores para o RC em relação ao RC_{UHT} , provavelmente devido ao teor residual de O_2 remanescente na embalagem longa vida ser muito menor do que no copo. No entanto, apesar de haver diferenças significativas no índice de TBA dos requeijões, estas quantidades não afetaram a qualidade do produto.
- Não houve diferença significativa no índice de TBA do RC_{UHT} (estocado a 5 e 25°C) durante o período de estocagem de 180 dias, exceto em 135 dias de estocagem. Observa-se que não houve interação significativa entre as amostras ao longo do tempo, ou seja, a temperatura de estocagem do RC_{UHT} (5 e 25°C), não afetou significativamente o índice de TBA das amostras ao longo do período de estocagem de 180 dias.

- Nenhuma alteração foi observada no requeijão cremoso e requeijão cremoso light (acondicionados em copo), mantidos a 4-5°C durante 90 dias, os quais apresentaram qualidade microbiológica satisfatória e de acordo com a legislação vigente.
- O requeijão cremoso UHT e light UHT não apresentaram crescimento microbiano, alteração no pH e na aparência visual após o período de incubação (35-37°C/7dias) sendo, portanto considerados seguros e adequados ao consumo.
- Houve diferença significativa em todos os parâmetros do perfil de textura (firmeza, elasticidade, adesividade e coesividade) entre o requeijão cremoso e o requeijão cremoso UHT, durante os 90 dias da estocagem a 5°C, apesar de não haver diferença significativa na composição dos requeijões. Pode-se sugerir que as diferenças encontradas nos parâmetros de textura entre os requeijões se devem principalmente aos efeitos dos tratamentos térmico e mecânico aos quais o requeijão cremoso UHT é submetido. Não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os parâmetros de textura (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.
- Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos atributos de textura dos requeijões cremosos UHT estocados a 5°C e 25°C em cada dia do período de estocagem (exceto na elasticidade em 150 dias de estocagem). Portanto, do ponto de vista das características de textura do requeijão cremoso UHT o mesmo não necessitaria ser estocado sob refrigeração, podendo ser mantido à temperatura ambiente (25°C), sem prejuízos às suas características de textura. Não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, a temperatura de estocagem do RC_{UHT} (5 e 25°C), não afetou significativamente os parâmetros de textura (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) das mesmas, ao longo do período de estocagem de 180 dias.

- Houve diferença significativa nos parâmetros de textura do requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT na maioria dos dias do período de estocagem. Não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os parâmetros de textura (firmeza, adesividade, elasticidade e coesividade) das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.
- Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos atributos de textura do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) estocado a 5°C e 25°C, nos dias 1, 30, 60, 120 e 150 do período de estocagem. Porém, em 90 dias de estocagem a firmeza, adesividade e coesividade, e em 180 dias de estocagem a firmeza, adesividade e elasticidade do RCL_{UHT} estocado a 25°C foram significativamente menores em comparação com o RCL_{UHT} estocado a 5°C. Observa-se que a interação entre as amostras e o tempo de estocagem não foi significativa, ou seja, a temperatura de estocagem não afetou os atributos de textura ao longo do período de estocagem.
- É necessário uma avaliação mais efetiva para concluir o efeito das temperaturas de estocagem no perfil de textura dos requeijões cremosos UHT e light UHT, de forma a definir o período no qual os mesmos podem ser mantidos à temperatura ambiente (25°C), sem prejuízos as suas características de textura. O efeito da temperatura de estocagem sobre as características de textura dos requeijões pode ser avaliado também por meio da análise sensorial. Através dos resultados obtidos no estudo da vida de prateleira (“shelf-life”) dos requeijões cremosos UHT e light UHT pode-se determinar o período de estocagem aconselhável nestas temperaturas (5 e 25°C), de forma que garantam ao produto a qualidade e a segurança necessários para o seu consumo.
- Não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, nos parâmetros de cor (Luminosidade - L, cor amarela - b e índice de brancura -IB) dos requeijões (RC e RC_{UHT} , e RCL e RCL_{UHT}) em cada período de estocagem. Não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os

parâmetros de cor das mesmas, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.

- Não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, nos parâmetros de cor (L, b e IB) do requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) e do requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}), quando mantidos nas temperaturas de estocagem de 5 e 25°C. Não houve interação significativa entre as amostras e o tempo de estocagem, ou seja, as temperaturas de estocagem não afetaram significativamente os parâmetros de cor do RC_{UHT} e do RCL_{UHT} , ao longo do período de estocagem de 180 dias a 5 e 25°C. Portanto, de acordo com a análise de cor instrumental os requeijões cremosos UHT e light UHT poderão ser acondicionados ou mantidos à temperatura de 25°C sem causar problemas de cor no produto (escurecimento) durante o período de 180 dias.
- Na microscopia eletrônica de varredura observaram-se diferenças na microestrutura do requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT, e na microestrutura do requeijão cremoso light e light UHT. Tais diferenças foram provavelmente devido aos efeitos dos tratamentos (térmico e mecânico) aplicados durante o processo UHT.
- O perfil eletroforético dos requeijões cremosos (copo e UHT) apresentou as frações da β -CN, α_{s1} -CN e γ -CN. No requeijão cremoso também observou-se a presença da fração $\alpha_{s1} - I$ CN. Não houve diferença no perfil eletroforético das proteínas no requeijão cremoso light (copo) e light UHT, os quais apresentaram as frações de β -CN, α_{s1} -CN e γ -CN. Ao longo do período de estocagem de 90 dias para o requeijão cremoso e requeijão cremoso light e 180 dias para os requeijões cremosos UHT e light UHT não houve alteração no perfil eletroforético, indicando que não ocorreu proteólise ou degradação das frações de caseína ao longo do tempo, o que era esperado considerando-se o tipo de coagulação (ácida a quente) e a não utilização de bactérias lácticas (fermento).

- No Teste de aceitabilidade das amostras de requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT em comparação com amostras comerciais observou-se que todas as amostras obtiveram boas porcentagens de aceitação global, sendo a amostra comercial B, a de maior índice de rejeição de modo global. Quanto à consistência e espalhabilidade observaram-se elevadas porcentagens de rejeição da amostra de requeijão cremoso UHT em relação às demais, sendo sua consistência de menor aceitação.
- Verificou-se na Análise Descritiva Quantitativa que a amostra de requeijão cremoso UHT (RC_{UHT}) em relação ao requeijão cremoso (RC) apresentou ao nível de erro de 5% cor branco-creme mais escura, menos consistência, mais fluidez, mais escorrimento no pão, menor sensação de corpo/consistência oral e gosto ácido levemente mais intenso. As amostras apresentaram igual intensidade de aroma e de sabor característico de requeijão e de creme de leite, de aroma de queijo maturado e de gostos salgado e amargo.
- De acordo com o estudo da vida de prateleira e tendo em mente a necessidade de uma margem de segurança que garanta a qualidade do produto desde a produção até o consumo, podem ser sugeridos os seguintes prazos de validade para o requeijão cremoso UHT (longa vida):
 - 6 meses sob refrigeração até 10° C;
 - 5 meses quando da estocagem a 25° C;
 - 2 meses para estocagem a 35° C.
- No Teste de aceitabilidade das amostras de requeijões cremosos light e light UHT em comparação com amostras de requeijões cremosos light comerciais observou-se que todas as amostras obtiveram boas porcentagens de aceitação global, sendo a amostra B a de maior índice de rejeição de modo global e as amostras de requeijões cremosos light UHT e light, as de maior porcentagem de aceitação global. Quanto à consistência e espalhabilidade observaram-se elevadas porcentagens de aceitação para todas as amostras, com destaque positivo para as amostras de requeijões cremosos light UHT e light em relação às

demais. Em relação ao sabor, a amostra B apresentou maior porcentagem de rejeição, sendo a amostra de requeijão cremoso light UHT a de maior índice de aceitação entre todas.

- Verificou-se na Análise descritiva quantitativa que a amostra de requeijão cremoso light UHT (RCL_{UHT}) em relação ao requeijão cremoso light (RCL), somente diferiu ao nível de erro de 5% quanto à intensidade do sabor característico de requeijão, considerada levemente menor.

- De acordo com o estudo da vida de prateleira e tendo em mente a necessidade de uma margem de segurança que garanta a qualidade do produto desde a produção até o consumo, podem ser sugeridos os seguintes prazos de validade para o requeijão cremoso light UHT (longa vida):

- 6 meses sob refrigeração até 10° C;
- 4 meses quando da estocagem a 25° C;
- 2 meses para estocagem a 35° C.

- Na análise de cor instrumental observa-se que não houve diferença significativa na cor (L^* , b^* e IB) do requeijão cremoso e requeijão cremoso UHT, e na cor do requeijão cremoso light e light UHT, estocados a 5°C. Na análise sensorial foi perceptível a diferença de cor dos requeijões cremosos (copo e UHT), porém o maior valor para coloração branco-creme apresentado pelo requeijão cremoso UHT propiciou maior aceitabilidade do produto, com maior frequência “mais gostei”, em comparação com o requeijão cremoso e duas amostras de requeijões cremosos comerciais, indicando que o tratamento térmico aplicado foi adequado (não causando problemas de cor no produto - escurecimento) e benéfico (aceitabilidade sensorial). No caso dos requeijões cremosos light e light UHT não foi observada diferença significativa na cor dos mesmos por meio da análise sensorial.

6 BIBLIOGRAFIA

ACTON, G. H. The determination of lactose in milk. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Victoria, v. 32, n. 3, p.111-114 , 1977.

ADHIKARI, A. K. Microstructure and texture of Khoa and Gulabjamun Made from cow's milk: Heat-induced changes during processing and frying. **Journal Science and Food Agricultural**. V. 61, p. 7-15, 1993.

ALAIS, C. **Ciencia de la leche**: principio de técnica lechera. Compania comercial e Editorial Continental S. A., Barcelona, 1970.

ALBUQUERQUE, L. O.; MAGALHÃES, A.; VALLE, E. S.; CAMPOS, E. M.; FAQUINI, L.O. As embalagens e suas influências sobre a conservação e promoção de produtos lácteos. **Leite e Derivados**, São Paulo, n. 12, ano 2, p.16-25, set/out, 1993.

ALONSO, S.; S. GUYOT, et al. Chemometric classification of Basque and French ciders based on their total polyphenol contents and CIELab parameters. **Food Chemistry**, v.91, n.1, 2005/6, p.91-98. 2005.

ALVES, R. M. V. **Estabilidade de requeijão cremoso em diferentes embalagens com e sem exposição à luz**. Campinas, 2004. 175p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

ANDRES, C. Emulsifiers control texture, improve flavor of process cheese. **Food Processing**, Chicago, v.38, n.6, p.74-5, 1977.

ANJOS, V. D. A. Reologia de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. **Seminário sobre Requeijão Cremoso e outros queijos fundidos: Aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado**. Campinas: ITAL, 2000. Cap. 12, p. 1-10.

ARNOTT, D. R.; MORRIS, H. A.; COMBS, W. A. Effect of certain chemical factors on the melting quality of processed cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 40, p.957-63, 1957.

ASCHAFFENBURG, R.; DREWRY, J. New procedure for the routine determination of the various non casein proteins of milk. In: **INTERNATIONAL DAIRY CONGRESS**, 15. 1959. London. Proceeding International Dairy Federation, Brussels: IDF, 1959, v. 3, p. 1631-1637.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. **Produção brasileira de produtos lácteos de estabelecimentos sob inspeção federal.** São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Teste triangular em análise sensorial dos alimentos e bebidas. **NBR 12995.** ABNT, Rio de Janeiro, 1993. 5p.

BAER, A., OROZ, M., BLANC, B. Serological studies on heat-induced interactions of α -lactalbumin and milk proteins. **Journal of Dairy Research.** v. 43, p. 419-432, 1976.

BERGER, W.; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K; UHLMANN, G. **Processed cheese manufacture: A Joha Guide.** BK. Landenburg, 1989. 238p.

BERGÈRE, J. L.; SIVELÄ, S. Detection and enumeration of clostridial spores related to cheese quality. Classical and new methods. **Bulletin of International of Dairy Federation,** n.251, p.18-23, 1990.

BONELL, W. Chimico-physical process in the manufacture of processd cheese. **Deutsche Molkerei Zeitung.** Berlin: 1971, v.92, n.32, p.1415-20.

BOURNE, M. C. Texture Profile Analysis. **Food Technology.** Chicago: 1978, v. 32, n. 7, p. 62-72.

BRANDÃO, S. C. C.; SILVA, R. C.; REIS JUNIOR, J. S. Produtos de laticínios light: uma nova opção para o consumidor. **Leite e Derivados,** São Paulo, n. 22, p. 22-24, maio/junho, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo processado ou fundido, processado pasteurizado ou fundido UHT (UAT). Portaria nº 356, de 4 de setembro de 1997. In: **Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais- diet, light, enriquecido.** São Paulo: Fonte Comunicações e Ed., 1998. p. 90-95.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão Cremoso ou Requesón.** Portaria nº 359. Brasília: Ministério da Agricultura. 1997.

BUCIONE, A. et al. **Nova legislação comentada de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais – diet, light, enriquecidos – Padrões de identidade e qualidade.** São Paulo: Fonte comunicações e Ed., 1998. 212p.

BURGESS, J.; MARTEN, M.; TAYLOR, R. **Electron Microscopy – Image formation in the SEM**. 1987. Disponível em: < <http://accept.la.asu.edu/PiN/rdg/elmicr/elmicr-sem.html> > Acesso em: 26 nov. 2004.

CABRAL, A. C. D.; FERNANDES, M. H. C. Aspectos gerais sobre a vida de prateleira de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)**, v. 17, n. 4, p. 371-440, 1980.

CAMPOS, S. D. S. Reologia de requeijão e outros queijos fundidos. In MARTINS, J. F.; FERNANDES, A. G. **Curso sobre o processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas: ITAL, 1981. Cap. 11, p. 1-8. (Apostila mimeografada).

CAMPOS, S. D. S. Metodologia objetiva para avaliação de parâmetros de textura. In: CAMPOS, S. D. S. **Reologia e Textura de Alimentos**. Campinas: ITAL, 1989. p. 43-59. (Manual Técnico).

CAVALCANTE, A. B. D. **Desenvolvimento e padronização de formulação para o processamento de requeijão tradicional**. Viçosa, 1991. 112p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

CARIC, M.; GANTAR, M.; KALAB, M. Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of process cheese. A review. **Food Microstructure**, Chicago, v.6, p.297-312, 1985.

CARIC, M.; KALAB, M. Processed cheese product. In: FOX, P. F. **Cheese chemistry, physics and microbiology**. New York: Elsevier Applied Science, 1987. v.2, chap. 11, p.339-93.

CHAVES, J. B. P. **Análise Sensorial – Histórico e Desenvolvimento**. Apostila nº 338. Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária. Viçosa. Minas Gerais. 1993.

CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1989. v. 1-2.

CIELAB – Method. **CI ELAB color system**. Disponível em: < <http://www.specialchem4coatings.com/tc/color/index.aspx?id=cielab> > Acesso em: 19 mar. 2005. **The CI ELAB color model**. Disponível em: < <http://personales.upv.es/~gbenet/teoria%20del%20color> > Acesso em: 19 mar. 2005.

COHEN, S. H.; DAVIS, E. A.; HOLCOMB, D. N.; KALAB, M. Studies of food microstructure. **Scanning Electron Microscopy, Inc.** AMF O'Hare. 1981.
COMPANHIA BRASILEIRA DE PESQUISAS E ANÁLISE – CBPA. **Hábitos e atitudes do consumidor de produtos dietéticos e de baixo teor de gordura**. São Paulo, 1998. 33p.

CONDACK, J. **Ultrafiltração de soro de queijos: parâmetros operacionais e utilização do concentrado protéico na fabricação de requeijão cremoso.** 1993. 120p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

CORREDIG, M., DALGLEISH, D. G. The mechanisms of heat-induced interaction of whey proteins with casein micelles in milk. **International Dairy Journal.** v. 9, p. 233-236, 1999.

DALGLEISH, D. G. Denaturation and aggregation of serum proteins and caseins in heated milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 38, p. 1995-1999, 1990.

DIAS, N., G. **Estudo do perfil de textura instrumental e sensorial em géis de pectina de baixo teor de esterificação, alginato e gelatina.** Campinas, 1999. Tese (Mestre em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

DIMITRELI, G.; THOMAREIS, A. S. Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity. **Journal of Food Engineering,** v. 64, n. 2, p. 265-271, 2004.

DRAKE, M. A.; SWANSON, B. G. Reduced and low fat cheese technology: A review. **Trends in Food Science & Technology,** Cambridge, v. 6, n. 11, p. 366-369, 1995.

ELFAGM, A. A., WHEELOCK, J. V. Effect of heat on α -lactalbumin and β -lactoglobulin in bovine milk. **Journal of Dairy Research.** v. 44, p. 367-371, 1977.

EL-SALAM, M. H. A., KHADER, A., HAMED, A. Effect of whey protein concentrate, emulsifying salts and storage on the apparent viscosity of processed cheese spreads, **Egyptian Journal of Dairy Science,** Cairo, v. 25, p. 281-288, 1997.

FARIA, E. V. Técnicas para Análise Sensorial de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. In: Seminário sobre Requeijão cremoso e outros queijos fundidos. Aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado, 2000, Campinas. Campinas: ITAL. Cap. 9, p. 2-13.

FARIA, E.V.; YOTSUANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial.** ITAL/LAFISE, Campinas, 2002. Manual Técnico. 116p.

FERNANDES, A. G. MARTINS, J. F. P. Fabricação de requeijão cremoso a partir de massa obtida por precipitação ácida a quente do leite de búfala e de vaca. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,** Juiz de Fora, v.35, n.212, p. 7-13, 1980.

FERNANDES, A. G. Sais emulsificantes. In: MARTINS, J. F. & FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981a. Cap.4, p.1-7. (Apostila).

FERNANDES, A. G. Parâmetros fundamentais para o processamento de queijos fundidos. In: MARTINS, J. F. & FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981b. Cap.5, p.1-11. (Apostila).

FERNANDES, A. G. Variações nos principais parâmetros de processamento de acordo com o tipo de queijo fundido. In: MARTINS, J. F. & FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981c. Cap.6, p.1-4. (Apostila).

FERNANDES, A. G. Processamento: tipos e cálculos. In: MARTINS, J. F. & FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981d. Cap.7, p.1-14. (Apostila).

FERNANDES, A. G.; VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; MORI, E. E. M. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos. Parte I. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. V.40, n.237, p.27-43,1985a.

FERNANDES, A. G.; VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; MORI, E. E. M. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos. Parte II. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. V.40, n.238, p.27-39,1985b.

FERNANDES, M. H. C.; CABRAL, A. C. D. Embalagem para requeijão cremoso e outros queijos fundidos. **Leite e Derivados**, São Paulo, ano 1, n. 3, p. 47-51, mar/abr., 1992.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. Processed cheese and substitute or imitation cheese products. In: **FUNDAMENTALS of cheese science**. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000. Cap. 18, p. 429-451.

FOX, O. R. Heat-induced changes in milk preceding coagulation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n.11, p. 2127-2135, 1981.

FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Ed. Blackie Academic & Professional. 1998. 478 p.

FRANK, J. F.; CHRISTEN, G. L.; BULLERMAN, L. B. Tests for groups of microorganisms. (16 ed.). In: MARSHALL R. T (Ed). **Standard methods for the examination of dairy products**. American Public Health Association. 1992. p. 271-286.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. **Tecnologia de queijos**. Manual técnico para produção de queijos. São Paulo. Ed. Dipemar, 1994. 118p.

GIGANTE, M. L. **Requeijão cremoso obtido por ultrafiltração de leite pré-acidificado adicionado de concentrado protéico de soro**. Campinas, 1998. 112p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

GIESE, J. Measuring physical properties of foods. **Food Technology**, Chicago, v. 49, n° 2, p. 54-63, 1995.

GIESE, J.; Color measurement in foods as a quality parameter. **Food Technology**, Chicago, v 54, n°2, p.62-65; 2000.

GRAPPIN, R., RANK, T. C., OLSON, N. F. Primary proteolysis of cheese proteins during ripening. A review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n. 3 p. 531-540, 1985.

GUO, M., R., FLYNN, A., FOX, P., F. Heat-induced changes in the nutritional properties of sodium caseinate. **International Dairy Journal**. v. 9, p. 243-247, 1999.

GUO, M., R., FOX, P., F, FLYNN, A., MOHAMMAD, K. S. Heat-induced changes in sodium caseinate. **Journal Dairy Research**. v. 56, p. 503-512, 1989.

GUPTA, V. K.; REUTER, H. Processed cheese foods with added whey protein concentrates. **Lait**, Paris, v.72, n.2, p.201-12, 1992.

GUPTA, V. K.; REUTER, H. Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. **Lait**, Paris, v.73, n.4, p.381-388, 1993.

HAQUE, Z., KRISTJANSSON, M. M., KINSELLA, J. E. Interaction between κ -casein and β -lactoglobulin: possible mechanism. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 35, n. 5, p. 644-649, 1987.

HARPER, W. J. Advances in chemistry of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, p. 1028-1037, 1981.

HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 12 ed. Washington: AOAC, 1975. p. 284, (Proc. 16223).

HOYLAND, D.V.; TAYLOR, A.J. **A review of the methodology of the 2-thiobarbituric acid test**, Food Chemistry. Elsevier Science Publishers Ltd, England, p.271-91, 1991.

IMO INDUSTRIES INC. ICP. 2000 spectrometer. Dedford: BAIRD analytical Instruments Division, 1990. 102p. (Catálogo).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed., São Paulo, 1985. v.1, p. 199-244.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total nitrogen content of milk by Kjeldahl method**. Brussels: FIL/IDF, 1962. 3p. (FIL-IDF, 20).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the protein content of processed cheese products**. Brussels: FIL/IDF, 1964. 3p. (FIL-IDF, 25).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total solids content of cheese and processed cheese**. Brussels: FIL/IDF, 1982. 2p. (FIL-IDF, 4A).

JANG, H. D., SWAISGOOD, H. E. Disulfide bond formation between thermally desaturated β -lactoglobulin and κ -casein in casein micelles. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n. 4 , p.900-904, 1990.

KALAB, M. **Foods under the microscope**. Update: 16/03/2000. Disponível em:< <http://anka.livstek.lth.se:2080/microscopy> > Acesso em: 26 nov. 2004.

KALAB, M. **Practical aspects of electron microscopy in dairy research**. Food Structure. v. 12. p. 95-114. 1993.

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. 1985.

KEATING, P. F. **Queso fundido**. Monterrey, Departamento de Zootecnica (FAO), 1971. 8p. (Apostila mimeografada).

KINDSTEDT, P. S. Functional properties of mozzarella cheese or pizza: A review. **Cultured Dairy Products Journal**, Washington, v. 45, n.3, p.27-31, 1991.

KIM, H. H. Y., JIMENEZ-FLORES, R. Heat-induced interactions between the proteins of milk fat globule membrane and skim milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n.1, p. 24-35, 1995.

de KONING, P. J. KAPER, J., ROLLEMA, H. S., DRIESSEN, F. M. Age-thinning and gelation in unconcentrated and concentrated UHT-sterilized skim milk. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, v. 39, p. 71-87. 1985.

KONSTANCE, R. P.; HOLSINGER, V. H. Development of rheological test methods for cheese. **Food Technology**, Chicago, v. 46, n. 1, p. 105-9, 1992.

KOSIKOWSKI, F.V. The manufacture of mozzarella cheese from pasteurized milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.34, p.641-643, 1951.

KOSIKOWSKI, F.V. Process cheese and related types. In KOSIKOWSKI, F. V. **Cheese and fermented milk food**. 2a. ed. New York: Kosikowski, F. V. and Associates, Brooktondale, 1978. chap. 17, p.290-303.

KRISTENSEN, D.; HANSEN, E.; ARNDAL, A.; TRINDERUP, R. A.; SKIBSTED, L. H. Influence of light and temperature on the color and oxidative stability of processed cheese. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 837-843, 2001.

KRISTENSEN, D.; SKIBSTED, L.H. Comparison of three methods based on electron spin resonance spectrometry for evaluation of oxidative stability of processed. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. Washington, Vol. 47, nº. 8, p. 3099-104, 1999.

KWOK, K. C., D. B. MACDOUGALL, et al. Reaction kinetics of heat-induced colour changes in soymilk. **Journal of Food Engineering**, v. 40, nº 1-2, 1999/5/6, p.15-20. 1999.

LATICÍNIOS: Novas tecnologias para inovações em produtos. **Revista Indústria de Laticínios**, ano 3, nº 17, p. 21-27, set./outubro, 1998.

LEE, S. K.; BUWALDA, R. J.; EUSTON, S. R.; FOEGEDING, E. A.; McKENNA, A. B. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 36, n. 3, p. 339-345, 2003.

LEE, B. O.; PAQUET, D.; ALAIS, C. Étude biochimique de la fonte des fromages. IV – Effet du type de sels de fonte et de la nature de la matière protéique sur la peptization. Utilisation d`um système modèle. **Le Lait**, Paris, v.66, n.3, p.257-67, 1986.

LITTLE, L. Technique for acidified dairy products. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.50, n.3, p.434-40, 1967.

LUCCA, P. A.; TEPPER, B. J. Fat replacers and the functionality of fat in foods. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 5, n. 1, p. 12-19, 1994.

MABON, T. J. Color measurement of food. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 38, n. 1, p. 21-25, 1993.

MARCHESSEAU, S. GASTALDI, E., LAGAUDE, A., CUQ, J. L. **Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese**. **Journal of Dairy Science**. 1997. v. 80. p. 1483-1489.

McKELLAR, R. C. Effects of processing conditions on lipolysis in milk. **Journal of Dairy Science**. v. 64, n.11, p. 2139-2145, 1981.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**, 3rd edition, CRC Press, Inc.: Boca Raton, FL, 1999. 387p.

MELACHOURIS, N. Discontinuous gel electrophoresis of whey proteins, casein, and clotting enzymes. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.52, n. 4, p.456-459, 1969.

MELTON, S.L. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.7, p.105-111, 116, July, 1983.

MERCOSUL. Regulamento técnico mercosul de identidade e qualidade de queijo processado ou fundido, processado pasteurizado e processado ou fundido UHT (UAT). In: **Regulamentos técnicos de identidade de produtos lácteos**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária – MAARA. Secretaria da Agropecuária – DAS. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Brasília.

METWALLI, A. A. M., de JONGH, H. H. J., van BOEKEL, M. A. J. S. Heat inactivation of bovine plasmin. **International Dairy Journal**. v. 8, p. 47-56, 1998.

MEYER, A. **Process cheese Manufacture**. London, Food Trade Press, 1973. 360p.

MISTRY V. V., ANDERSON, D. L. **Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheeses**. Food Structure. v. 12, n. 2, p. 259-266, 1993.

MORENO, I.; VIALTA, A.; VALLE, J. L. E. Microrganismos responsáveis pelas principais deteriorações do requeijão e outros queijos fundidos. Indústria de Laticínios, n. 41, p.72-75. 2002.

MORENO, I.; VIALTA, A. **Queijos processados: Qualidade microbiológica da matéria prima e do produto final**. In: SEMINÁRIO SOBRE REQUEIJÃO CREMOSO E OUTROS QUEIJOS FUNDIDOS. ASPECTOS DE QUALIDADE, PROCESSAMENTO, ROTULAGEM, LEGISLAÇÃO E MERCADO. Campinas: ITAL, 2000. Cap. 6, p. 1-23.

MORR, C. V., HA, E. Y. W. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 33, n. 6, p. 431-476, 1993.

MUIR, D. D.; TAMIME, A. Y.; SHENANA, M. E. e DAWOOD, A. H. Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitutes 1. Composition, Microbiological Quality and Flavour Changes During Storage at 5^o C. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.32, n.1, p.41-49, 1999/2, 1999.

MUNCK, A.V.; CAMPOS, W. A. Requeijão: um produto brasileiro. **Informe Agropecuário**, v.42, n.115, p.35-38, 1984.

NEVES, B. S.; DUCRUET, P. Emprego da ultrafiltração na fabricação de requeijão cremoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 43, n. 257, p. 3-8, 1988.

NIEUWENHUIJSE, J. A. Changes in heat-treated milk products during storage. In: INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Heat-induced changes in milk**. Second ed. 1995. Brussels: International Dairy Federation, 1995, Chap. 11, p. 236-236.

OLDFIELD, D. J., SINGH, H., TAYLOR, M. W., PEARCE, K.N. Heat-induced interactions of β -lactoglobulin and α -lactoalbumin with the casein micelle in pH-adjusted skim milk. **International Dairy Journal**. v. 10, p. 509-518, 2000.

OLIVEIRA, J. S. de. **Queijos: fundamentos tecnológicos**. Campinas: UNICAMP, 1986. 146p.

OLSON, N. F.; PRICE, W. V. Composition and bacterial growth as factors affecting the body of pasteurized process cheese spread. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 44, n. 8, p. 1394-404, 1961.

PAL, M. A. A review of the feasibility of producing processed cheese using non-enzymatic direct acidification procedures. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 229-237, 2002.

PATART, J. P. Les fromages fondus. In: ECK, A. **Le Fromage**. 2 ed., Paris: Technique et Documentation – Lavoisier, 1987. chap. 5. p.385-99.

PIROT, Y. La fabrication du fromage fondu dans notre pays – Deuxième partie. **Le Lait et Nous**, Liege, v.3, p.11-20, 1988a.

PIROT, Y. La fabrication du fromage fondu dans notre pays – Première partie. **Le Lait et Nous**, Liege, v.4, p.9-21, 1988b.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. Campinas, 1997. 144p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

RAPACCI, M.; VAN DENDER, A. G. F. Estudo comparativo das características físicas, químicas e do grau de desmineralização de diferentes tipos de massas utilizadas no processamento de requeijão cremoso. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XV, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 1998. **Revista do ILCT**, v. 53, n. 304, p. 223-237, jul./ago, 1998.

RAPACCI, M.; VAN DENDER, A. G. F.; CAMPOS, S. D. S. Avaliação dos principais parâmetros que influenciam as características reológicas do requeijão cremoso. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XV, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 1998. **Revista do ILCT**, v. 53, n. 304, p. 188-195, jul./ago, 1998.

RAPACCI, M.; CAMPOS, S. D. S.; VAN DENDER, A. G. F. Requeijão cremoso: avaliação do perfil de textura. **Revista Indústria de Laticínios**, ano 3, nº 18, p. 64-69, nov./dez., 1998.

RAO, M. A. Rheology of liquid foods: a review. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 8, n. 1, p. 135-68, 1977.

REQUEIJÃO CREMOSO – Destaque cada vez maior na mesa do consumidor. **Revista Indústria de Laticínios**, ano 4, nº 21, p. 38-40, maio/junho, 1999.

ROLLEMA, H. S.; POLL, J. K. The alkaline milk proteinase system: kinetics and mechanism of inactivation. **Milchwissenschaft**. V. 41, p. 536-540, 1986.

ROMERO, C., MORALES, F. J., JIMÉNEZ-PÉREZ, S. Effect of storage temperature on galactose formation in UHT milk. **Food Research International**. v. 34, p. 389-392, 2001.

ROTHMANN, A. M. **Parâmetros de processamento de requeijão cremoso e de outros queijos fundidos**. In: SEMINÁRIO SOBRE REQUEIJÃO CREMOSO E OUTROS QUEIJOS FUNDIDOS. ASPECTOS DE QUALIDADE, PROCESSAMENTO, ROTULAGEM, LEGISLAÇÃO E MERCADO. Campinas: ITAL, 2000. Cap. 2, p. 1-14.

RUEGG, M.; EBERHARD, P.; POPPLEWELL, L. M.; PELEG, M. Melting properties of cheese. **Bulletin of the International Dairy Federation**, Brussels, n. 268, p. 38-43, 1991.

SAWYER, W. H., COULTER, S. T., JENNESS, R. Role of sulphhydryl groups in the interaction of κ -casein and β -lactoglobulin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 46, p. 564-565, 1963.

SAMPAIO, L. G. A.; BRANDÃO, S. C. C. Desenvolvimento de requeijão cremoso light utilizando Dairy-lo. **Anais do XIII Congresso Nacional de Laticínios**, Juiz de Fora, p.211-213, 1995.

SCHOKKER, E. P., VAN BOEKEL, M. A. J. S. Mechanism and kinetics of inactivation at 40 ± 70 °C of the extracellular proteinase from *Pseudomonas fluorescens* 22F. **Journal of Dairy Research**. v. 55, p. 261-272, 1998. Printed in Great Britain 261.

SERRES, L.; AMARIGLIO, S.; PETRANSXIENE, D. **Contrôle de la qualité des produits laitiers**. Ministère de l'Agriculture. Direction des Services Vétérinaires. Tome I. Analyse Physique et Chimique (Chimie VII-6), 1973.

SHIMP, L. A. Process cheese principles. **Food Technology**, Chicago, v.39, n. 5, p.63-9, 1985.

SHOEMAKER, C. F.; NANTZ, J.; BONNANS, S.; NOBLE, A. C. Rheological characterization of dairy products. **Food Technology**, Chicago, v. 46, n. 1, p. 98-104, 1992.

SHUKLA, D. C.; LADKANI, B. G. Quality of direct acid mozzarella cheese from buffalo milk. **Indian Journal Dairy Science**, New Delhi, v.42, n.3, p.601-605,1989.

SILVA, A. T. **Fabricação de requeijão cremoso e de requeijão cremoso "light" a partir de retentado de ultrafiltração acidificado por fermentação ou adição de ácido láctico**. Campinas, 2003. 237 p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, A. T. VAN DENDER, A. G. F.; ABUJAMRA, F.; SILVA, E. R. P.; SABINO, R. Comparação de métodos para determinação do teor de gordura em requeijão cremoso tradicional e com teor de gordura reduzido. **Anais do XIX Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora, n. 327, v. 57, p. 259-262. 2002.

SINGH, H.; FOX, P. F. Heat stability of milk: role of β -lactoglobulin in the pH-dependent dissociation of micellar κ -casein. **Journal of Dairy Research**, London, v. 54, p. 509-521, 1987.

SINGH, H.; FOX, P. F. Heat stability of milk: further studies on the pH-dependent dissociation of micellar κ -casein. **Journal of Dairy Research**, London, v. 53, p. 237-248, 1986.

SMITS, P., VAN BROUWERSHAVEN, J. H. Heat-induced association of β -lactoglobulin and casein micelles. **Journal of Dairy Research**, London, v. 47, n. 3 p. 313-325, 1980.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. G. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.

SZCZESNIAK, A. S. **Physical properties of food**: what they are and their relation to other food properties. In: PELEG, M.; BAGLEY, E. B. Westport: AVI, Inc. 1983. 42 p.

TAMIME, A. Y.; KALAB, M.; DAVIES, G.; YOUNIS, M. F. Microstructure and firmness of processed cheese manufactured from cheddar cheese and skim milk powder cheese base. **Food Structure**, Chicago, v.9, n.1, p.23-37, 1990.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v.37, n.1, p.44-48, Jan. 1960.

TEIXEIRA NETO, R.O.; VITALI, A. A.; QUAST, D. G.; MORI, E. E. M. Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. Campinas: ITAL. **Manual Técnico nº 6**. 1991. 36 p.

TEMPLETON, H. L.; SOMMER, H. H. Some observations on processed cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 13, p. 203-20, 1930.

TEMPLETON, H. L.; SOMMER, H. H. Cheese spreads I. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 15, p. 155-62, 1932a.

TEMPLETON, H. L.; SOMMER, H. H. Factors affecting the body and texture of processed cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 15, p. 29-41, 1932b.

TEMPLETON, H. L.; SOMMER, H. H. Studies on the emulsifying salts used in processed cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 19, p. 561, 1936.

TEXTURE TECHNOLOGIES CORP. Texture analyzer application study of: TA-XT2 Key Features. New York, 1992. (Catálogo).

THOMAS, M. A. **The processed cheese industry**. Dept. of Agriculture, Sydney, South Wales, 1977. 111p.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: Ranço em Alimentos. **Revista Nacional da Carne**. n. 243, p. 68-76, 1997.

TRAUTMAN, J. C., SWANSON, A. M. Additional evidence of a stable complex between β -lactoglobulin and α -casein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 41, p. 715, 1958.

TUNICK, M. H.; NOLAN, E. D. J. Rheology of cheese. **Physical chemistry of food processes fundamental aspects**. In: BAIAN, J. C. New York: ed. An AVI Book, p. 273-97, 1992.

U. S. DAIRY EXPORT COUNCIL – USDEC. **Ingredients News**, São Paulo, v. 4, n. 3, fev., 2002.

VAKALERIS, D. G.; PRICE, W. V. Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n. 2, p. 264-76, 1959.

VALLE, J. L. E. Qualidade físico-química da matéria-prima e do produto acabado. In: MARTINS, J. F. P.; FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas: ITAL, 1981.

VAN BOEKEL, M. A. J. S. Heat-induced deamidation, dephosphorylation and breakdown of caseinate. **International Dairy Journal**. v. 9, p. 237-241, 1999.

VAN BOEKEL, M. A. J. S. Effect of heating on Maillard reactions in milk. **Food Chemistry**, v. 62, n. 4, p. 403-410, 1998.

VAN BOEKEL, M. A. J. S., NIEUWENHUIJSE, J. A., WALSTRA, P. The heat coagulation of milk. I. Mechanisms. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, v. 43, p. 97-127. 1989.

VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A.; SABINO, R.; OLIVEIRA, C. G. Caracterização físico-química e análise do perfil de textura de amostras comerciais de requeijão cremoso e de requeijão cremoso light. **Anais do XX Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora, n. 333, v. 58, p. 164-170. 2003.

VAN DENDER, A. G. F.; ALVES, R. M. V.; SILVA, A. T.; JAIME, S. B.; JUNQUER, M. L.; SILVA, V. M.; ABUJAMRA, F. Determinação da oxidação de Requeijão cremoso pelo Método de TBA. **Anais do XIX Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora, n. 327, v. 57, p. 53-60. 2002.

VAN DENDER, A. G. F.; ALVES, R. M. V.; JAIME, S. B. M.; MORENO, I.; SILVA, V. M.; JUNQUER, M. L. Avaliação físico-química e microbiológica de requeijão cremoso em diversas embalagens durante a estocagem a 4 e 10°C na ausência de luz. **Anais do XIX Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora, n. 327, v. 57, p. 254-259. 2002.

VAN DENDER, A. G. F.; GALLINA, D. A.; SABINO, R. Desenvolvimento de tecnologia de fabricação de requeijão cremoso em embalagem asséptica longa vida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre, 2002.

VAN DENDER, A. G. F. Alternativas tecnológicas para fabricação de requeijão cremoso e queijos fundidos. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XVIII, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2001. **Revista do ILCT**, v. 51, n. 321, p. 381-389, jul./ago, 2001.

VAN DENDER, A. G. F. **Alternativas tecnológicas para fabricação de requeijão cremoso e queijos fundidos**. In: SEMINÁRIO SOBRE REQUEIJÃO CREMOSO E OUTROS QUEIJOS FUNDIDOS. ASPECTOS DE QUALIDADE, PROCESSAMENTO, ROTULAGEM, LEGISLAÇÃO E MERCADO. Campinas: ITAL, 2000a. Cap. 5, p. 1-16.

VAN DENDER, A. G. F. **Fabricação de queijos fundidos e de requeijão cremoso: princípios básicos, definição, tipos e aspectos legais**. In: SEMINÁRIO SOBRE REQUEIJÃO CREMOSO E OUTROS QUEIJOS FUNDIDOS. ASPECTOS DE QUALIDADE, PROCESSAMENTO, ROTULAGEM, LEGISLAÇÃO E MERCADO. Campinas: ITAL, 2000b. Cap. 1, p. 1-28.

VAN DENDER, A. G. F. Princípios básicos da fabricação de queijos procesados e de requeijão cremoso. **Boletim técnico-informativo do Centro de Tecnologia de Laticínios**. Ano 2, n.1:3, jan./fev./mar., 1997.

VAN HEKKEN, D. L., THOMPSON, M. P. Application of PhastSystem® to the resolution of bovine milk proteins on urea-polyacrylamide gel electrophoresis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n. 5, p.1204-1210, 1992.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. (Ed.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 3a. ed. Washington: American Public Health Association, 1992. 1218p.

VEISSEYRE, R. **Lactologia Técnica**. Barcelona: Ed. Acribia, 1972. 643p.

VERMA, B. B.; GUPTA, S. K. Effect of heat processing on the body and texture of milk and milk products. **Indian Diaryman**, New Delhi, v. 33, n. 6, p. 361-5. 1981.

VISSER, J. Factors affecting the rheological and fracture properties of hard and semi-hard cheese. **Bulletin of the International Dairy Federation**, Brussels, v. 268, p. 49-61, 1991.

VITALI, A. A; TEIXEIRA NETO, R.O. Introdução à cinética de reação em alimentos. In: Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. Campinas: ITAL:. **Manual Técnico nº 2**. Capítulo 2, 1996.

WEBB, B. H. **Fundamentals of Dairy Chemistry**. Ed. AVI Publishing, 2nd ed. 1974.

WEIK, R. W.; COMBS, W. B.; MORRIS, H. A. Relationship between melting quality and hardness of cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.41, n.3, p.375-381, 1958.

YUN, J. J.; KIELY, L. J.; KINDSTEDT, P. S.; BARBANO, D. M. Mozzarella cheese: Impact of milling pH on functional properties. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 12, p. 3639-47, 1993.

ZEHREN, V. L. & NUSBAUM, D. D. **Process cheese**. New Holstein, Wisconsin, Cheese Reporter Publishing Company, Inc., 1992. 364p.