

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

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE
REQUEIJÃO LIGHT E DE REQUEIJÃO SEM ADIÇÃO DE GORDURA
COM FIBRA ALIMENTAR**

MIRELA GUEDES BOSI

Engenheira de Alimentos

Mestre em Engenharia de Produção

Dra. ARIENE G. F. VAN DENDER

Orientadora

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

Campinas - SP

2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

B651d Bosi, Mirela Guedes
Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão
light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar /
Mirela Guedes Bosi. – Campinas, SP: [s.n.], 2008.

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

1. Requeijão. 2. Fibra alimentar. 3. Alimentos funcionais.
I. Van Dender, Ariene Gimenes Fernandes. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.
III. Título.

Titulo em inglês: Manufacturing process of low fat *requeijão* and no fat-added
requeijão with the addition of dietary fiber

Palavras-chave em inglês (Keywords): *Requeijão*, Dietary fiber, Functional foods

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Ariene Gimenes Fernandes Van Dender

Walkiria Hanada Viotto

Izildinha Moreno

Leila Maria Spadoti

Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva

Jose Luiz Pereira

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Dra. Ariene Gimenes Fernandes Van Dender
(Orientadora)

Profa. Dra. Walkiria Hanada Viotto
(Membro)

Dra. Izildinha Moreno
(Membro)

Dra. Leila Maria Spadoti
(Membro)

Profa. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
(Membro)

Prof. Dr. José Luiz Pereira
(Membro)

*Aos meus amados pais, Nelso e Evalda,
irmãs, Evane e Liliane,
e sobrinho, Eduardo.*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Dra. Ariene Gimenes Fernandes Van Dender, pela confiança, pela oportunidade de realização deste trabalho, pela orientação durante todo o doutorado e, principalmente, pela amizade.

Aos membros da banca, pelas valiosas sugestões na conclusão deste trabalho.

À Dra. Izildinha Moreno, coordenadora do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Laticínios – TecnoLat/ITAL - e responsável pelo Laboratório de Microbiologia, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Aos pesquisadores do TecnoLat, Leila, Darlila, Izildinha, Adriana, Patrícia, José Leonardo, Genevaldo, Manuel, Elza e Aírton pelo incentivo e pela harmoniosa convivência.

À pesquisadora Dra. Izildinha Moreno e à técnica Fabiana Trento pela valiosa colaboração nas análises microbiológicas.

Ao pesquisador Manuel Carmo Vieira do TecnoLat/ITAL, pela contribuição na análise de viabilidade econômica.

À pesquisadora do Lafise/ITAL, Eliete V. de Faria pela contribuição na avaliação sensorial dos requeijões.

Ao pesquisador do Lafise/ITAL, Katumi Yotsuyanagi pelo auxílio nas análises estatísticas.

À pesquisadora do Lafise/ITAL, Rita de Cássia S. C. Ormenese e ao técnico Márcio Costa, pela colaboração na avaliação do perfil de textura e cor dos requeijões.

Ao pesquisador Marcelo A. Morgano do CQNA/ITAL, por sua colaboração nas análises de minerais.

À pesquisadora Maria Teresa B. Pacheco do CQNA/ITAL, por sua colaboração na análise de fibras nos requeijões.

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica – Biologia/Unicamp, em especial à técnica Antonia, pela colaboração na análise de microscopia eletrônica de varredura.

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica – DEPAN/Unicamp, em especial à Profa. Dra. Débora de Q. Tavares e à técnica Yara F. Honório, pelos ensinamentos e colaboração no método de microscopia eletrônica.

Ao Laboratório de Microscopia e Microanálise do Departamento de Biologia da UNESP, Campus de São José do Rio Preto, em especial ao Prof. Dr. Sebastião Roberto Taboga, pela colaboração na análise de microscopia eletrônica de transmissão.

A Clarissa R. da Cunha e a Grazielle Garcia, pela valiosa ajuda nas análises de microscopia eletrônica.

A todos os professores da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, pelo apoio e pelos conhecimentos transmitidos.

Às técnicas Rosemary Sabino, Renata D. P. Rizzardo e Simone Rodrigues, e a todos os estagiários do Laboratório de Análises Físico-Químicas do Tecnotat/ITAL, pelo valioso auxílio nos processamentos, colaboração na realização das análises físico-químicas e amizade.

Aos alunos de iniciação científica Priscila Bassan Conrado, Allan de Campos e Aline Vilas Boas, pela ajuda nos processamentos e nas análises, pelo aprendizado mútuo e pela amizade.

A Juliana e a Mirela, secretárias do Tecnotat/ITAL, pela colaboração.

A todos os funcionários do Tecnotat/ITAL, em especial ao José Rubens (“in memoriam”), Aparecido, Renato e Reginaldo.

A Renata e a Priscila, pelas conversas, carinho e amizade.

A Emmanuelle, pelas sugestões e amizade.

Aos meus amigos de faculdade e de mestrado, que mesmo de longe sempre me apóiam e me ajudam. Obrigada pelas conversas e amizade.

À minha família, em especial aos meus pais, Nelso e Evalda, minhas irmãs, Liliane e Evane e ao meu sobrinho, Eduardo, pelo carinho, apoio nas horas difíceis e incentivo.

A Deus, por iluminar meus caminhos.

ÍNDICE

LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xviii
RESUMO	xxvii
SUMMARY	xxviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Queijo Fundido e Requeijão Cremoso	3
2.1.1. Aspectos Tecnológicos do Requeijão Cremoso e Outros Queijos Fundidos	5
2.2. Fibras Alimentares	11
2.2.1. Fibras Alimentares Utilizadas	12
2.3. Fibras Solúveis e Alimentos Funcionais	16
2.3.1. O Aumento da Absorção de Minerais	17
2.4. Produtos com Teor de Gordura Reduzido – Requeijão Light e Requeijão Cremoso sem Adição de Gordura	18
2.5. Perfil de Textura do Requeijão Cremoso	21
2.6. Características Sensoriais do Requeijão Cremoso	24
2.7. Microscopia Eletrônica	30
2.8. Cor	34
2.9. Aspectos do Mercado e Viabilidade Econômica	36
3. MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1. Material	38
3.1.2. Matérias-primas	38
3.1.2.1. Leite	38
3.1.2.2. Creme de Leite	38
3.1.3. Coadjuvantes Tecnológicos	39
3.2. Métodos	42
3.2.1. Elaboração dos Requeijões	42
3.2.1.1. Definição das Concentrações de Fibras	44

3.2.2. Códigos Utilizados para Identificação das Amostras de Requeijão Cremoso	47
3.2.3. Síntese de Desenvolvimento do Trabalho	48
3.2.4. Tecnologia de Fabricação	48
3.2.4.1. Preparo da Massa Básica por Acidificação Direta a Quente	48
3.2.4.2. Processo de Fabricação dos Requeijões Cremosos	48
3.2.4.3. Cálculo das Formulações	51
3.3. Determinações Analíticas	55
3.3.1. Procedimento de Amostragem em Diferentes Etapas de Fabricação .	55
3.3.2. Análises Físicas e Químicas	58
3.3.2.1. Métodos das Análises Físicas e Químicas	58
3.3.3. Análises Microbiológicas	61
3.3.4. Avaliação do Perfil de Textura	63
3.3.5. Análise Sensorial	64
3.3.5.1. Teste de Aceitabilidade	65
3.3.5.2. Análise Descritiva Quantitativa	67
3.3.6. Microscopia Eletrônica	71
3.3.6.1. Microscopia Eletrônica de Varredura	71
3.3.6.2. Microscopia Eletrônica de Transmissão	72
3.3.7. Cor	72
3.3.8. Análise Estatística dos Resultados	73
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4.1. Definição das Formulações	74
4.2. Desenvolvimento de Requeijão Cremoso Light com Adição de Diferentes Concentrações de Fibras Beneo®HPX e Beneo®Synergy1	79
4.2.1. Avaliações Físico-químicas – Matérias-primas e Requeijões	79
4.2.2. Avaliações Microbiológicas – Matérias-primas e Requeijões	92
4.2.3. Análise do Perfil de Textura	98
4.2.4. Cor	103

4.3. Desenvolvimento de Requeijão Cremoso sem Adição de Gordura com Adição de Diferentes Concentrações de Fibras Beneo®HPX e Beneo®Synergy1	107
4.3.1. Avaliações Físico-químicas – Matérias-primas e Requeijões	107
4.3.2. Avaliações Microbiológicas – Matérias-primas e Requeijões	119
4.3.3. Análise do Perfil de Textura	123
4.3.4. Cor	128
4.4. Desenvolvimento de Requeijão Cremoso Light com Adição de Fibras Litesse® e NutraFlora®	132
4.4.1. Avaliações Físico-químicas – Matérias-primas e Requeijões	132
4.4.2. Avaliações Microbiológicas – Matérias-primas e Requeijões	143
4.4.3. Análise do Perfil de Textura	146
4.4.4. Cor	151
4.5. Análise de Fibras e Cálculo do Valor Calórico	154
4.6. Microscopia Eletrônica	157
4.6.1. Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM)	157
4.6.2. Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM)	163
4.7. Viabilidade Econômica	175
4.8. Análise Sensorial	185
4.8.1. Desenvolvimento da Terminologia Descritiva para Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de Requeijão Cremoso e Treinamento da Equipe	185
4.8.2. Avaliação do Desempenho da Equipe para ADQ e Seleção de Provadores	185
4.8.3. Análise Sensorial Etapa 1	199
4.8.3.1. Teste de Aceitabilidade Etapa 1 – Processamento 3	199
4.8.3.2. Comparação entre as Características Sensoriais das Amostras de Requeijão Cremoso Obtidas na Etapa 1	206
4.8.4. Análise Sensorial Etapa 2	213
4.8.4.1. Teste de Aceitabilidade Etapa 2 – Processamento 6	213

4.8.4.2. Comparação entre as Características Sensoriais das Amostras de Requeijão Cremoso Obtidas na Etapa 2	221
4.8.5. Análise Sensorial Etapa 3	228
4.8.5.1. Teste de Aceitabilidade Etapa 3 – Processamento 9	228
4.8.5.2. Comparação entre as Características Sensoriais das Amostras de Requeijão Cremoso Obtidas na Etapa 3	235
5. CONCLUSÕES	241
6. REFERÊNCIAS	244

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 Breve definição de cada fibra utilizada	15
Quadro 2.2 Vocabulário desenvolvido para análise descritiva quantitativa de requeijão cremoso	29
Quadro 3.1 Formulações dos requeijões em relação ao tipo e à concentração de fibra	42
Quadro 3.2 Função de cada fibra na concentração em que foi utilizada	45
Quadro 3.3 Códigos utilizados para identificação das amostras de requeijão	47
Quadro 3.4 Desenvolvimento das 3 etapas do trabalho	48
Quadro 3.5. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light com adição de fibra referente à primeira etapa do trabalho – controle (RCC) e requeijão com 3,3% de Beneo [®] HPX (RCF1) - processamentos 1, 2 e 3	53
Quadro 3.6. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light com adição de fibra referente à primeira etapa do trabalho - requeijão com 6,7% de Beneo [®] HPX (RCF2) e com 6,7% de Beneo [®] Synergy1 (RCF3) - processamentos 1, 2 e 3	53
Quadro 3.7. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso sem gordura com adição de fibra referente à segunda etapa do trabalho - controle (RZC) e requeijão com 3,3% de Beneo [®] HPX (RZF1) - processamentos 4, 5 e 6	54
Quadro 3.8. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso sem gordura com adição de fibra referente à segunda etapa do trabalho - requeijão com 6,7% de Beneo [®] HPX (RZF2) e com 6,7% de Beneo [®] Synergy1 (RZF3) - processamentos 4, 5 e 6	54
Quadro 3.9. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light com adição de fibra referente à terceira etapa do trabalho - controle (RCC), requeijão com 3,3% de Litesse [®] (RCF4) e requeijão com 3,3% de Litesse [®] (RCF5) - processamentos 7, 8 e 9	55
Quadro 4.1 Valores médios da composição da matéria-prima utilizada na fabricação dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo [®] HPX (RCF1), 6,7% de Beneo [®] HPX (RCF2), 6,7% de Beneo [®] Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC)	79

Quadro 4.2 Valores médios obtidos para a caracterização dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo [®] HPX (RCF1), 6,7% de Beneo [®] HPX (RCF2), 6,7% de Beneo [®] Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC) (n = 9)	82
Quadro 4.3 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3 (n = 9)	87
Quadro 4.4 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9)	90
Quadro 4.5 Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa utilizados nos processamentos P1, P2 e P3	92
Quadro 4.6 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3	96
Quadro 4.7 Avaliação dos parâmetros de textura ao longo do período de estocagem do processamento P3 (n = 3)	100
Quadro 4.8 Comparação dos parâmetros de textura entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 3)	102
Quadro 4.9 Avaliação da cor (L*, b*, IB) ao longo do período de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3 (n = 9)	105
Quadro 4.10 Comparação da cor (L*, b*, IB) entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9)	106
Quadro 4.11 Valores médios da composição da matéria-prima utilizada na fabricação dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo [®] HPX (RZF1), 6,7% de Beneo [®] HPX (RZF2), 6,7% de Beneo [®] Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC)	108
Quadro 4.12 Valores médios obtidos para a caracterização dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo [®] HPX (RZF1), 6,7% de Beneo [®] HPX (RZF2), 6,7% de Beneo [®] Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC) (n = 9)	109
Quadro 4.13 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6 (n = 9)	114
Quadro 4.14 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9)	117
Quadro 4.15 Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa utilizados nos processamentos P4, P5 e P6	119
Quadro 4.16 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6	121
Quadro 4.17 Avaliação dos parâmetros de textura ao longo do período de estocagem do processamento P6 (n = 3)	125

Quadro 4.18 Comparação dos parâmetros de textura entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 3)	127
Quadro 4.19 Avaliação da cor (L*, b*, IB) ao longo do período de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6 (n = 9)	128
Quadro 4.20 Comparação da cor (L*, b*, IB) entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9)	131
Quadro 4.21 Valores médios da composição da matéria-prima utilizada na fabricação dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC)	132
Quadro 4.22 Valores médios obtidos para a caracterização dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC) (n = 9)	134
Quadro 4.23 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P7, P8 e P9 (n = 9)	139
Quadro 4.24 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9)	141
Quadro 4.25 Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa utilizados nos processamentos P7, P8 e P9	143
Quadro 4.26 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos 7, 8 e 9	145
Quadro 4.27 Avaliação dos parâmetros de textura ao longo do período de estocagem do processamento P9 (n = 3)	148
Quadro 4.28 Comparação dos parâmetros de textura entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 3)	150
Quadro 4.29 Avaliação da cor (L*, b*, IB) ao longo do período de estocagem dos processamentos P7, P8 e P9 (n = 9)	152
Quadro 4.30 Comparação da cor (L*, b*, IB) entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9)	153
Quadro 4.31 Teor de fibra em cada requeijão	154
Quadro 4.32 Composição e valor calórico de cada requeijão	156
Quadro 4.33 Transformações da matéria-prima ocorridas nas unidades industriais que produzem requeijão tradicional e light	176
Quadro 4.34. Transformações da matéria-prima ocorridas nas unidades industriais que produzem requeijão sem adição de gordura	176
Quadro 4.35. Investimento em equipamentos	177

Quadro 4.36. Investimento em obras civis	178
Quadro 4.37. Investimento em unidades de apoio complementares	178
Quadro 4.38. Investimento em móveis e equipamentos de escritório	179
Quadro 4.39. Investimento total para cada unidade industrial	179
Quadro 4.40. Custo operacional fixo anual	180
Quadro 4.41. Custo operacional total das unidades industriais	181
Quadro 4.42. Custos unitários, preço de venda e lucro de cada produto de cada unidade industrial	183
Quadro 4.43. Indicadores econômicos	184
Quadro 4.44. Definições dos termos descritivos e respectivas referências .	189
Quadro 4.45. Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso por 16 julgadores treinados para análise descritiva quantitativa visando a validação da equipe	191
Quadro 4.46. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras ($p_{amostra}$) e da repetibilidade ($p_{repetição}$)	192
Quadro 4.47. Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor e indicação da intenção de compra das amostras de requeijão pelo grupo de 50 consumidores	201
Quadro 4.48. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de requeijão	204
Quadro 4.49. Descrição do que cada consumidor gostou e desgostou em relação às amostras de requeijão (números indicam a frequência com que foram citados)	205
Quadro 4.50. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 2º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem	208
Quadro 4.51. Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor e indicação da intenção de compra das amostras de requeijão pelo grupo de 50 consumidores	216
Quadro 4.52. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de requeijão	217
Quadro 4.53. Descrição do que cada consumidor gostou e desgostou em relação às amostras de requeijão (números indicam a frequência com que foram citados)	220

Quadro 4.54. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão sem gordura obtidas no 6º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem	223
Quadro 4.55. Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor e indicação da intenção de compra das amostras de requeijão pelo grupo de 50 consumidores	231
Quadro 4.56. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de requeijão	233
Quadro 4.57. Descrição do que cada consumidor gostou e desgostou em relação às amostras de requeijão (números indicam a freqüência com que foram citados)	234
Quadro 4.58. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 9º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem	236

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Curva Força/Tempo característica do texturômetro (Analisador de Textura TA – XT2)	23
Figura 3.1 Representação esquemática das principais condições na fabricação de requeijão cremoso na primeira etapa do trabalho	43
Figura 3.2 Representação esquemática das principais condições na fabricação de requeijão cremoso na segunda etapa do trabalho	44
Figura 3.3 Representação esquemática das principais condições na fabricação de requeijão cremoso na terceira etapa do trabalho	44
Figura 3.4. Fluxograma do procedimento de fabricação do requeijão cremoso com massa obtida por acidificação direta a quente	49
Figura 3.5. Coagulação do leite a quente com ácido láctico (A), prensagem da massa básica (B), mistura de ingredientes (água e creme de leite) (C), enchimento (D), fechamento do copo – sistema vácuo com tampa abre-fácil – máquina Rojek (E), resfriamento em água à temperatura ambiente (F)	51
Figura 3.6. Fluxograma de análises realizadas durante o projeto	57
Figura 3.7 Equipamento utilizado para a análise de perfil de textura com amostra de requeijão sendo analisada	63
Figura 3.8. Questionário utilizado no teste de aceitabilidade	66
Figura 4.1. Requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo [®] HPX (A), requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo [®] Synergy1 (B), requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo [®] HPX (C), requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse [®] (D)	78
Figura 4.2 Valores médios de pH dos requeijões fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem	84
Figura 4.3 Valores médios do teor de acidez dos requeijões fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem	85
Figura 4.4 Valores médios do extrato seco total (EST) dos requeijões fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem	86
Figura 4.5 Valores médios do índice de extensão de proteólise (IEP) dos requeijões fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem	86

Figura 4.6 Gráficos obtidos para os parâmetros de firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C), coesividade (D) e gomosidade (E) na avaliação do perfil de textura das amostras de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RCF1), 6,7% de Beneo®HPX (RCF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.....	99
Figura 4.7 Luminosidade (L*) de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RCF1), 6,7% de Beneo®HPX (RCF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	103
Figura 4.8 Cor amarela (b*) de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RCF1), 6,7% de Beneo®HPX (RCF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	104
Figura 4.9 Índice de brancura (IB) de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RCF1), 6,7% de Beneo®HPX (RCF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	105
Figura 4.10 Valores médios de pH dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem	111
Figura 4.11 Valores médios do teor de acidez dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem	112
Figura 4.12 Valores médios do extrato seco total (EST) dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem	112
Figura 4.13 Valores médios do índice de extensão de proteólise (IEP) dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem	113
Figura 4.14 Gráficos obtidos para os parâmetros de firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C), coesividade (D) e gomosidade (E) na avaliação do perfil de textura dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RZF1), 6,7% de Beneo®HPX (RZF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	124
Figura 4.15 Luminosidade (L*) dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RZF1), 6,7% de Beneo®HPX (RZF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	129

Figura 4.16 Cor amarela (b*) dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RZF1), 6,7% de Beneo®HPX (RZF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	130
Figura 4.17 Índice de brancura (IB) dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RZF1), 6,7% de Beneo®HPX (RZF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	130
Figura 4.18 Valores médios de pH dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem	135
Figura 4.19 Valores médios do teor de acidez dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem	136
Figura 4.20 Valores médios do extrato seco total (EST) dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem	137
Figura 4.21 Valores médios do índice de extensão de proteólise (IEP) dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem	138
Figura 4.22 Gráficos obtidos para os parâmetros de firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C), coesividade (D) e gomosidade (E) na avaliação do perfil de textura dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	147
Figura 4.23 Luminosidade (L*) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	151
Figura 4.24 Cor amarela (b*) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	152
Figura 4.25 Índice de brancura (IB) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias	153

Figura 4.26. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light controle, com teor médio de gordura de 9,48% e proteína total de 14,69%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura	157
Figura 4.27. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 9,58% e proteína total de 13,70%. Aumento de 5000 x, 15 kv	158
Figura 4.28. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 9,42% e proteína total de 12,86%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura	158
Figura 4.29. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo [®] Synergy1, com teor médio de gordura de 9,91% e proteína total de 13,23%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura	159
Figura 4.30. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse [®] , com teor médio de gordura de 10,68% e proteína total de 12,67%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura	159
Figura 4.31. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora [®] , com teor médio de gordura de 11,59% e proteína total de 13,23%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura	160
Figura 4.32. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura controle, com teor médio de gordura de 1,12% e proteína total de 15,12%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica	160
Figura 4.33. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 1,20% e proteína total de 15,45%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura	161
Figura 4.34. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 1,18% e proteína total de 14,48%. Aumento de 5000 x, 15 kv	161

Figura 4.35. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo [®] Synergy, com teor médio de gordura de 1,15% e proteína total de 14,52%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica	162
Figura 4.36. TEM do requeijão cremoso light controle, com teor médio de gordura de 9,48% e proteína total de 14,69%. Aumento de 10.000 x. MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura	164
Figura 4.37. TEM do requeijão cremoso light controle, com teor médio de gordura de 9,48% e proteína total de 14,69%. Aumento de 35.970 x. G = glóbulo de gordura	164
Figura 4.38. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 9,58% e proteína total de 13,70%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura	165
Figura 4.39. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 9,58% e proteína total de 13,70%. Aumento de 35.970 x. F = fibra, MP = matriz protéica	165
Figura 4.40. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 9,42% e proteína total de 12,86%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	166
Figura 4.41. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 9,42% e proteína total de 12,86%. Aumento de 35.970 x. MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura	166
Figura 4.42. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo [®] Synergy1, com teor médio de gordura de 9,91% e proteína total de 13,23%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	167
Figura 4.43. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo [®] Synergy1, com teor médio de gordura de 9,91% e proteína total de 13,23%. Aumento de 35.970 x. F = fibra, MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura	167
Figura 4.44. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse [®] , com teor médio de gordura de 10,68% e proteína total de 12,67%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	168
Figura 4.45. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse [®] , com teor médio de gordura de 10,68% e proteína total de 12,67%. Aumento de 35.970 x., MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura	168
Figura 4.46. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora [®] , com teor médio de gordura de 11,59% e proteína total de 13,23%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	169

Figura 4.47. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora [®] , com teor médio de gordura de 11,59% e proteína total de 13,23%. Aumento de 35.970 x	169
Figura 4.48. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura controle, com teor médio de gordura de 1,12% e proteína total de 15,12%. Aumento de 10.000 x. MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura	170
Figura 4.49. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura controle, com teor médio de gordura de 1,12% e proteína total de 15,12%. Aumento de 35.970 x. MP = matriz protéica	170
Figura 4.50. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 1,20% e proteína total de 15,45%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	171
Figura 4.51. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 1,20% e proteína total de 15,45%. Aumento de 35.970 x. MP = matriz protéica	171
Figura 4.52. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 1,18% e proteína total de 14,48%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	172
Figura 4.53. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo [®] HPX, com teor médio de gordura de 1,18% e proteína total de 14,48%. Aumento de 35.970 x. G = glóbulo de gordura	172
Figura 4.54. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo [®] Synergy1, com teor médio de gordura de 1,15% e proteína total de 14,52%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	173
Figura 4.55. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo [®] Synergy1, com teor médio de gordura de 1,15% e proteína total de 14,52%. Aumento de 35.970 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura	173
Figura 4.56. Ficha utilizada no treinamento da equipe e avaliação sensorial das amostras	188
Figura 4.57. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provadores, para o atributo de textura oral grudento	194
Figura 4.58. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provadores, para o atributo de sensação na boca picante	194
Figura 4.59. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provadores, para o atributo de sabor adocicado	195
Figura 4.60. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provadores, para o atributo de sabor oxidado	195

Figura 4.61. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provadores, para o atributo de sabor estranho	196
Figura 4.62. Configuração de amostras (a) e de provadores (b) obtida na avaliação do desempenho da equipe de 16 provadores treinados para análise descritiva quantitativa das amostras de requeijão cremoso estudadas	197
Figura 4.63. Configuração de amostras (a) e de provadores (b) obtida na avaliação da equipe final de 12 provadores treinados e selecionados para análise descritiva quantitativa das amostras de requeijão cremoso estudadas	198
Figura 4.64. Faixa etária (a) e classe social (b) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	199
Figura 4.65. Freqüência de consumo (a) e tipos de requeijão (b) mais consumidos pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	199
Figura 4.66. Marcas de requeijão mais consumidas (b) e razões da preferência pela marca citada (c) pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	200
Figura 4.67. Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à aceitabilidade da aparência (a), do aroma (b), da textura (c) e do sabor (d)	203
Figura 4.68. Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à intenção de compra	204
Figura 4.69. Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso light (2º Processamento) no início da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	211
Figura 4.70. Perfil sensorial da amostra RCF1 (2º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	212
Figura 4.71. Perfil sensorial da amostra RCF2 (2º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	212
Figura 4.72. Perfil sensorial da amostra RCF3 (2º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	213
Figura 4.73. Faixa etária (a) e classe social (b) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	214

Figura 4.74. Freqüência de consumo (a) e tipos de requeijão (b) mais consumidos pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	214
Figura 4.75. Marcas de requeijão mais consumidas (b) e razões da preferência pela marca citada (c) pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	214
Figura 4.76 Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à aceitabilidade da aparência (a), do aroma (b), da textura (c) e do sabor (d)	218
Figura 4.77. Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à intenção de compra	219
Figura 4.78. Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso sem gordura (6º Processamento) no início da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	226
Figura 4.79. Perfil sensorial da amostra RZF1 (6º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	227
Figura 4.80. Perfil sensorial da amostra RZF2 (6º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	227
Figura 4.81. Perfil sensorial da amostra RZF3 (6º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	228
Figura 4.82. Faixa etária (a) e classe social (b) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	229
Figura 4.83. Freqüência de consumo (a) e tipos de requeijão (b) mais consumidos pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	229
Figura 4.84. Marcas de requeijão mais consumidas (b) e razões da preferência pela marca citada (c) pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras	229
Figura 4.85. Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à aceitabilidade da aparência (a), do aroma (b), da textura (c) e do sabor (d)	232
Figura 4.86. Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à intenção de compra	233
Figura 4.87. Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso light (9º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	239

Figura 4.88. Perfil sensorial da amostra RCF4 (9º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	239
Figura 4.89. Perfil sensorial da amostra RCF5 (9º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados)	240

RESUMO

A demanda do mercado consumidor por alimentos com redução de gordura tem aumentado de forma expressiva por estar associado à crescente preocupação com a saúde e com uma alimentação equilibrada. Utilizada como ingrediente, a fibra possibilita a redução do teor de carboidratos e/ou de gorduras processados em uma série de produtos acabados. Portanto, fibras solúveis podem ser vistas como um interessante elemento diferencial no processamento de requeijão cremoso visando atender às novas exigências do mercado.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver tecnologia de fabricação de requeijão cremoso light e sem adição de gordura com adição de fibra alimentar. Na primeira etapa da pesquisa, foram desenvolvidas três formulações, duas delas com diferentes concentrações de fibra de origem vegetal (3,3 e 6,7% de Beneo[®]HPX; inulina). Na terceira formulação utilizou-se uma combinação de diferentes fibras (6,7% de Beneo[®]Synergy1; inulina e oligofrutose). Na segunda etapa do trabalho, foi desenvolvido o processo para fabricação de requeijão cremoso sem gordura em três formulações, sendo utilizadas as mesmas concentrações de fibra presentes no requeijão cremoso light da primeira etapa. Na terceira etapa do trabalho, foi realizado o desenvolvimento de tecnologias de fabricação de outras duas formulações de requeijão cremoso light com adição de fibra alimentar (3,3% de Litesse[®]; polidextrose, e 3,3% de NutraFlora[®]; fruto-oligossacarídeo).

Os resultados demonstraram que o teor e o tipo de fibra adicionada interferiram na textura dos produtos, uma vez que a fibra interrompe a matriz protéica, reduzindo a firmeza dos requeijões. O ajuste de extrato seco total de cada produto mostrou ser uma solução viável para conferir aos produtos características de textura desejáveis. A adição de fibra também influenciou a vida-de-prateleira dos requeijões, que variou entre 45 e 90 dias. De maneira geral, os requeijões mantiveram-se estáveis quanto às suas características físico-químicas, microbiológicas, de perfil de textura e cor (instrumental) ao longo do armazenamento de 90 dias.

SUMMARY

Consumer demand for low fat food products has greatly increased since their consumption plays a key role related to health and balanced-diet issues. When used as an ingredient, the addition of fiber allows reducing the carbohydrate and/or fat levels of many products. Therefore, the addition of soluble fiber could constitute an interesting and innovative alternative in the manufacture of *requeijão cremoso* as part of the process changes necessary to produce a final product that meets the new market requirements.

The objective of this research project was to develop manufacturing process technology to produce low fat and no fat-added *requeijão cremoso* with dietary fiber. In the first stage of this study, three low fat cheese types were developed, two types with different concentrations of fiber (3.3 and 6.7% Beneo®HPX; inulin), while the third formula used a combination of different fibers (6.7% Beneo®Synergy1; inulin and oligofructose). During the second stage of this study, three no fat-added cheese types were developed. The same fiber concentrations used in the first stage were added to the no fat-added *requeijão cremoso*. In the third stage, the manufacturing process technology was further developed to produce two other types of low fat *requeijão* containing dietary fiber (3.3% Litesse®; polydextrose, and 3.3% NutraFlora®; fructooligosaccharide).

The results showed that the fiber type and usage level affected product texture, since the fiber partially breaks down the protein matrix, and results in reduced hardness. Changing the total dry matter value of each product appeared as a feasible solution to obtain final products with desirable texture characteristics. The addition of fiber also affected the products' shelf-life, which varied from 45 to 90 days. The processed cheeses developed for the purpose of this study maintained their physicochemical, microbiological, texture profile, and color characteristics stable throughout the storage period studied.

1. INTRODUÇÃO

O requeijão cremoso é um item de crescente importância na mesa do brasileiro. Com o avanço de tecnologia na área de ingredientes, como alguns tipos de colóides e de concentrados protéicos, tornou-se possível a fabricação do requeijão cremoso light, com teor de gordura entre 9 e 12% e umidade em torno de 70% (REQUEIJÃO cremoso destaque cada vez maior na mesa do consumidor, 1999).

A demanda do mercado consumidor por alimentos com redução de gordura tem aumentado de forma expressiva por estar fortemente associado à crescente preocupação com a saúde e com uma alimentação equilibrada, o que inclui alimentos com baixos teores de gordura e açúcares, maiores teores de fibras (SILVA, 2003) e maiores teores de nutrientes, como minerais e vitaminas, importantes para a manutenção da saúde.

A fibra alimentar oferece vários benefícios fisiológicos e a sua baixa ingestão está relacionada com muitas doenças. Muitos consumidores, no entanto, encontram dificuldade em mudar seus hábitos alimentares e incluir mais fibras em sua dieta, já que geralmente isto significa mudança no seu estilo de vida. Outra maneira de melhorar a ingestão de fibras alimentares é enriquecer alimentos já disponíveis no mercado (MITCHEL, 2002). A adição de fibras solúveis extraídas de vegetais pode representar, do ponto de vista da saúde, um avanço importante, além de uma forma de agregar valor ao produto (O INGREDIENTE do lácteo saudável, 2004).

Considerando a importância do requeijão cremoso no mercado brasileiro e o interesse crescente do consumidor por alimentos benéficos à saúde, este trabalho de pesquisa teve como objetivo principal o desenvolvimento de tecnologias de fabricação de requeijão cremoso light e sem adição de gordura com fibra alimentar. Na primeira etapa do trabalho, foram desenvolvidas três formulações, sendo duas com diferentes concentrações de fibra de origem vegetal (3,3 e 6,7% de Beneo[®]HPX; inulina), resultando em um produto fonte de fibra e em outro rico em fibra e prebiótico. A terceira formulação é uma combinação de

diferentes fibras (6,7% de Beneo[®]Synergy1; inulina e oligofrutose), dando origem a um produto rico em fibra, prebiótico e capaz de promover aumento da absorção de cálcio.

A Beneo[®]HPX atua como substituto de gordura e fonte de fibra. Já a Beneo[®]Synergy1 representa uma fonte de fibra, além de promover um aumento da absorção de cálcio (GRIFFIN, DAVILA e ABRAMS, 2002).

Na segunda etapa do trabalho, foi desenvolvido o processo para fabricação de requeijão cremoso sem gordura em três formulações, sendo utilizadas as mesmas concentrações de fibra presentes no requeijão cremoso light da primeira etapa. Portanto, os produtos elaborados na etapa 2, além de apresentarem os mesmos benefícios à saúde oferecidos pelos produtos light, não possuem gordura.

Na terceira etapa do trabalho, foi realizado o desenvolvimento de tecnologias de fabricação de outras duas formulações de requeijão cremoso light com adição de fibra alimentar (3,3% de Litesse[®]; polidextrose, e 3,3% de NutraFlora[®]; fruto-oligossacarídeo).

Além disso, o trabalho visou avaliar os produtos desenvolvidos de acordo com suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais durante o período de estocagem de 90 dias e avaliar os efeitos da adição de fibra sobre o produto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Queijo Fundido e Requeijão Cremoso

Qualquer queijo cujas características da massa revelem uma destruição completa da estrutura original do coágulo pode ser classificado como queijo de massa fundida. No Brasil, o queijo que melhor representa esta classe é o requeijão cremoso (OLIVEIRA, 1986). O requeijão é um queijo tipicamente brasileiro, originário de fabricações caseiras, como uma forma de aproveitamento do leite coagulado devido à ação de microrganismos lácteos naturais do leite. É fabricado a partir de leite desnatado cru ou pasteurizado, com ou sem adição de culturas lácticas, sendo a utilização do leite desnatado uma prática proveniente da época em que a manteiga era o componente mais valorizado do leite (MUNCK e CAMPOS, 1984; OLIVEIRA, 1986).

Nos últimos anos, a produção brasileira de queijos processados aumentou consideravelmente, destacando-se o requeijão cremoso. Este crescimento se manifesta no aumento da produção total deste tipo de queijo, englobando os queijos fundidos, requeijão culinário e o requeijão cremoso, de aproximadamente 19.848 toneladas em 1991 para 123.669 toneladas em 2003, segundo dados da ABIQ – Associação Brasileira das Indústrias de Queijos (2004), representando um aumento de aproximadamente 83,95% em 8 anos (VAN DENDER, 2006).

Com o nome 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 por exemplo, o requeijão do norte. O mesmo acontece com relação ao teor de gordura, que pode variar desde bastante elevado, quase como um creme fermentado, até requeijões praticamente sem gordura. Não existe, portanto, um padrão típico para os produtos comercializados com a denominação de requeijão (OLIVEIRA, 1986; CAVALCANTE, 1991).

Segundo a classificação genérica de queijos, o requeijão cremoso pertence ao grupo de queijos denominados fundidos, processados e pasteurizados e é o

produto que melhor representa esta classe no Brasil. É consumido normalmente logo após a fabricação e deve apresentar sabor ligeiramente ácido, agradável ao paladar, aroma característico de produto fermentado por bactérias lácticas, 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).

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 butter oil. O produto poderá ser adicionado de condimentos, especiarias e/ou outras substâncias alimentícias. A denominação requeijão está reservada ao produto no qual a base láctea não contenha gordura e/ou proteína de origem não láctea.*

A composição de um requeijão cremoso típico consiste em 58-60% de água, 24-27% de gordura, 9-11% de proteína, 1-2% de carboidratos e 1-1,5% de NaCl (FOODBASE, 1996). Com o avanço de tecnologia na área de ingredientes, como alguns tipos de colóides e de concentrados protéicos, tornou-se possível a fabricação do requeijão cremoso light, com teor de gordura entre 9 e 12% e umidade em torno de 70% (REQUEIJÃO cremoso destaque cada vez maior na mesa do consumidor, 1999). O requeijão light ou com baixo teor de gordura deve obedecer à classificação estabelecida pelo Ministério da Saúde na Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, ou seja, para ser considerado light deverá sofrer redução de no mínimo 25% do teor de gordura e diferença mínima de 3g de gordura/100g em relação ao produto tradicional (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2004).

Atualmente, existe no mercado nacional requeijão cremoso fabricado a partir de retentado obtido por ultrafiltração de leite nas modalidades tradicional, light e zero de gordura. Existem também várias possibilidades de variação do

sabor dos queijos fundidos, seja por meio da combinação de diferentes queijos para compor a mistura ou ainda, e principalmente, mediante a utilização de condimentos ou outros ingredientes alimentares de sabor característico (VAN DENDER, 2001).

2.1.1. Aspectos Tecnológicos do Requeijão Cremoso e Outros Queijos Fundidos

As principais etapas do processo de fabricação de queijos fundidos são as seguintes (BERGER et al., 1989; FERNANDES, 1981; MEYER, 1973; THOMAS, 1977):

- preparo da matéria-prima (descascar, cortar e ralar os queijos);
- mistura da matéria-prima no tacho de fabricação;
- adição de outros produtos lácticos;
- adição de, no máximo, 3% de sais fundentes (constituídos basicamente de citratos e fosfatos de sódio) em relação à massa básica (matéria-prima);
- a fusão propriamente dita, que ocorre normalmente a 85-90°C, se completando em 8 a 12 minutos. Além disso, existe ainda a possibilidade de submeter a mistura a um tratamento térmico UHT (por exemplo, 135-145°C durante 5 a 10 segundos);
- envasamento automático da mistura líquida e quente (temperatura superior a 71°C) usando diversos tipos e materiais de embalagem;
- resfriamento do produto embalado e
- estocagem.

O princípio de fabricação destes tipos de queijos consiste em fundir os dois elementos principais do queijo, isto é, a gordura e a proteína. A fusão só ocorre de maneira adequada quando a matéria-prima é submetida ao calor e à agitação mecânica em tachos especiais. Há a necessidade também 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 (OLIVEIRA, 1986). O

objetivo do uso de sais fundentes consiste, então, em promover a emulsificação da mistura (gordura, proteína e água), obtendo-se assim um produto final homogêneo e estável (VAN DENDER, 1997; 2001).

A fusão adequada depende de vários fatores, como as características da massa, com relação à acidez e ao equilíbrio salino entre o cálcio e o caseinato, e outros fatores, como temperatura, agitação, tempo de fusão, tipo e quantidade de sais fundentes utilizados (VAN DENDER, 1997; 2001).

O processo físico-químico da fusão na presença de sais emulsificantes foi dividido por BONELL (1971) nas seguintes reações simultâneas: extração de cálcio da proteína, solubilização da proteína, ou seja, peptização e dispersão, intumescimento ou hidratação da proteína, estabilização do pH e formação da estrutura durante o resfriamento. Os sais emulsificantes possuem afinidades bem características com o cálcio, com o qual se combinam por precipitação ou mediante a formação de complexos.

A modificação que ocorre na estrutura do coágulo original durante o processo de fusão é dada principalmente pela remoção de íons de cálcio das micelas de caseína sob a influência da ação complexante dos sais fundentes utilizados no momento da fusão, os quais seqüestram os íons de cálcio do caseinato induzindo a entrada de íons de sódio que, ligando-se ao caseinato, torna-o mais solúvel (VAN DENDER, 2006).

O tipo e a quantidade de sal emulsificante que deve ser adicionado à massa é determinado em função de vários fatores, tais como: pH, grau de maturação e estrutura do queijo usado como matéria-prima, grau de cremificação e características de textura desejadas para o produto final (ZEHREN e NUSBAUM, 1992).

Para queijos jovens (sem maturação), constituídos praticamente só de caseína não degradada, é necessário um sal com grande poder cremificante, pois este tipo de matéria-prima sofre transformações lentas (MEYER, 1973). Se o queijo for relativamente velho e a caseína estiver bastante degradada (estrutura curta) deve-se usar um sal que não modifique ainda mais a massa (FERNANDES et al., 1985).

O pH dos queijos também afeta a escolha do sal fundente, sendo que a massa ácida exige um sal alcalino e vice-versa. O pH dos queijos processados varia na faixa de 5,0-6,5. Em pH 5,0, que é próximo ao ponto isoelétrico da caseína, a textura do queijo pode apresentar estrutura curta, provavelmente devidos às fracas ligações entre proteína-proteína, mas neste caso a incidência da quebra da emulsão é reduzida. Em pH 6,5 o queijo torna-se excessivamente macio, porém podem ser encontrados problemas microbiológicos (VAN DENDER, 2006).

O sal fundente tem que dar uma boa emulsão dentro de uma determinada faixa de pH, que é limitada de um lado, pela estrutura do queijo e do outro lado, pela durabilidade do produto. Os valores oscilam na faixa de 5,4 a 6,2. Se o pH for abaixo de 5,4 prejudica a estrutura, o paladar e tende a dar uma textura granulosa. Se o pH for acima de 6,2, tem-se o perigo de reduzir a durabilidade do queijo, além do risco de alterações no sabor e na estrutura (gosto salgado, amargo, saponino, separação de gordura). Queijos na faixa de pH 5,5 a 5,7 tendem a adquirir consistência sólida, ao passo que com valor acima de 5,7 tornam-se mais pastosos (MEYER, 1973; SHIMP, 1985; OLIVEIRA, 1986; BERGER et al., 1989).

A quantidade de sal fundente a ser adicionada é determinada em função do pH e do teor de umidade do queijo natural e do queijo fundido. Na prática, a quantidade necessária geralmente varia de 2,5 a 3,5%, sendo calculada em relação à massa de queijo natural empregada (MEYER, 1973). No entanto, devido às variações nas características da matéria-prima (extrato seco, proteína, gordura, acidez, idade, maturação), pode ser aconselhável modificar a quantidade estipulada de sal fundente, para se obter resultados ótimos no processo (VAN DENDER, 2006).

O tempo necessário para se obter a fusão depende do equipamento utilizado, do tipo, da idade e do grau de maturação da matéria-prima, das propriedades que se deseja no produto final e do tipo de sal emulsificante utilizado. Normalmente a solubilidade completa dos sais ocorre após 3 a 5 minutos (MEYER, 1973; ZEHREN e NUSBAUM, 1992). Com o aumento da 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 (FERNANDES, 1981a). O controle do tempo e temperatura durante a etapa de cozimento é muito importante. Se a cremificação é muito longa, a gordura e a água que estavam retidas na emulsão separam-se, acarretando um defeito grave irreversível de fabricação, que é a supercremificação. A cremificação é um fenômeno físico-químico, sendo obtida pela malaxagem a quente, que tem como objetivo hidratar as finas partículas do queijo fluido, mais ou menos modificadas, aumentando assim a sua viscosidade (PIROT, 1988a, b).

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. Pode ser usado um só tipo de queijo ou mistura de vários queijos, ou ainda, queijos jovens ou velhos. Por motivos tecnológicos e econômicos, devem-se observar os padrões das proporções da mistura dos queijos, para assegurar ao máximo a uniformidade do corpo do produto final. No caso do requeijão cremoso e de outras variedades de requeijão, a matéria-prima é obtida por coagulação enzimática, fermentação láctica ou acidificação direta do leite aquecido pela adição de ácidos (FERNANDES e MARTINS, 1980; VAN DENDER, 2006).

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 de 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 e MARTINS, 1980; SHUKLA e LADKANI, 1989; VAN DENDER, 2006).

Na obtenção da massa pelo 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), o que se deve à ação conjunta de calor e ácido, aumentando a taxa de colisão entre as partículas e desidratando parcialmente as

proteínas do leite. Deste modo, a redução de pH é suficiente para acelerar a precipitação, ao mesmo tempo que fornece um coágulo mais macio.

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. Com isso, 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 (ALAIS, 1970).

O produto final obtido pela fusão da mistura de queijos, sais fundentes, água e gordura, deve ter fluidez suficiente para poder ser embalado convenientemente. É importante também que o produto final mantenha suas características durante o armazenamento e ao longo de toda a cadeia de distribuição e comercialização (REQUEIJÃO cremoso destaque cada vez maior na mesa do consumidor, 1999, BERGER et al., 1989; MEYER, 1973; VAN DENDER, 1997).

A água é um ingrediente indispensável no processo de fusão por auxiliar na transferência de energia térmica e mecânica durante a formação do “sol” de caseinato, e por atuar tanto na dissolução como na dispersão da mistura. O teor de umidade do queijo fundido é um regulador de sua consistência, e é controlado pelo conteúdo de umidade dos queijos adicionados na mistura, e pela quantidade de água adicionada no processo, que deve levar em consideração a água perdida por evaporação e a incorporada por condensação durante o processamento. 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. 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; ZEHREN e NUSBAUM, 1992).

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, 1981 b; OLIVEIRA, 1986; PIROT, 1988a, b; BERGER et al. 1989).

A composição e a qualidade microbiológica são parâmetros importantes utilizados na escolha da matéria-prima. Geralmente, chega-se à qualidade desejada misturando-se diversos tipos de queijos em proporções definidas pela avaliação de suas diferentes características. O estado microbiológico do queijo fundido depende também em grande parte da temperatura e da duração da operação, bem como do pH, do extrato seco e da natureza da ligação aquosa (VALLE, 1981).

A apresentação dos queijos fundidos é bastante variada, podendo ser comercializados em blocos para fatiar, em porções (retangulares, quadrados) embaladas individualmente para lanche ou aperitivo, fatiados, em copos ou em bisnagas (SILVA e VAN DENDER, 1999). 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. Qualquer que seja o tipo de embalagem utilizada, é importante que o produto seja embalado a quente visando aproveitar a fluidez da massa e também para destruir contaminantes microbiológicos que porventura estejam nas embalagens, principalmente bolores e leveduras (OLIVEIRA, 1986).

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).

2.2. Fibras Alimentares

Fibras alimentares são partes de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano e que são completa ou parcialmente fermentadas no intestino grosso, fornecendo energia principalmente para o crescimento bacteriano. Alguns exemplos de fibras solúveis são pectinas, β -glucana, gomas, inulina e polidextrose. Exemplos de fibras insolúveis incluem a celulose, hemicelulose, lignina, cutina, suberina, ceras de plantas, quitina e quitosana (GORDON, 2002; MITCHEL, 2002). É importante ressaltar que a fibra deixou de ter obrigatoriedade de ser de origem vegetal, podendo ser de origem animal (O INGREDIENTE do lácteo saudável, 2004). Um exemplo disso é a quitosana, substância extraída principalmente das carapaças dos crustáceos, como por exemplo, camarão, lagosta e caranguejo.

A ingestão inadequada de fibra alimentar na dieta humana está relacionada com muitas doenças. Portanto, é muito importante manter níveis de fibra razoáveis na dieta para minimizar os riscos de contrair algumas dessas doenças. As fibras oferecem vários benefícios fisiológicos, incluindo facilidade na defecação (aumento do bolo fecal, tempo de trânsito no intestino, etc), redução de níveis de glicose sanguínea, gordura e colesterol, produção de ácidos graxos de cadeia curta, efeitos prebióticos e melhor absorção de minerais (MITCHEL, 2002). De acordo com PROSKY e DEVRIES (1992), muitas doenças respondem rapidamente ao aumento do consumo de fibra alimentar na dieta. Respostas rápidas são observadas quando o problema de constipação é reduzido pelo aumento do consumo de fibras insolúveis, e os níveis de glicose e de insulina no sangue mudam em resposta ao aumento do consumo de fibras solúveis. Outras alterações são percebidas em médio prazo, como por exemplo, redução dos níveis de colesterol e de outros lipídios, o que também está relacionado com o consumo de fibras solúveis. Respostas em longo prazo são percebidas para doenças como obesidade e doenças coronarianas.

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) varia entre 25 a 30 gramas por dia. Os americanos consomem menos da metade da IDR, enquanto que na maioria dos países europeus e Japão as dietas são deficientes em fibras

aproximadamente 10 gramas por dia. Apesar do importante papel da fibra na manutenção da saúde, a mudança nos hábitos alimentares das pessoas para incluir mais fibras alimentares de fontes como cereais integrais, frutas e vegetais é difícil, já que geralmente significa mudança no estilo de vida do indivíduo. Outra maneira de melhorar a ingestão de fibras alimentares é enriquecer alimentos já disponíveis no mercado (MITCHEL, 2002; OHR, 2002).

2.2.1. Fibras Alimentares Utilizadas

Beneo®HPX

A fibra Beneo®HPX possui, em sua composição, 100% de inulina. A inulina é extraída da chicória utilizando água quente. É composta de cadeias lineares de unidades de frutose, ligadas entre si por ligações β 2-1 e freqüentemente terminando com uma unidade de glicose.

A inulina apresenta a característica de gelatinização. Quando essa fibra é bem misturada com água, uma estrutura cremosa é obtida, podendo ser adicionada a alimentos para substituir a gordura e promover a sensação de cremosidade na boca, além de melhorar o sabor do produto. A inulina em gel é composta por uma rede tridimensional de micropartículas de inulina insolúveis em água. A água é imobilizada nessa rede, o que garante a estabilidade física do gel. De acordo com FRANCK (2002), a inulina permite o desenvolvimento de alimentos com redução de gordura sem comprometer o sabor ou a textura, principalmente em produtos que requerem boa espalhabilidade como produtos similares à manteiga, cream cheese e queijos processados.

Beneo®Synergy1

A fibra Beneo®Synergy1 possui 92% de combinação entre inulina e oligofrutose e 8% de glicose, frutose e sacarose. A oligofrutose, que é um componente natural da inulina, é obtida por meio de hidrólise enzimática. Assim como a inulina, a oligofrutose é composta de cadeias lineares de unidades de frutose, ligadas entre si por ligações β 2-1 e freqüentemente terminando com uma unidade de glicose.

Beneo[®]Synergy1 é uma inulina enriquecida, sendo uma mistura de inulina e oligofrutose que foi desenvolvida para aumentar a absorção de cálcio. Como o corpo humano absorve apenas 25 a 50% do cálcio ingerido, melhorar a sua absorção pode reduzir a ocorrência de osteoporose e fraturas ósseas. Em um estudo com 30 meninas, avaliou-se o efeito do consumo de Beneo[®]Synergy1 na absorção de cálcio. O consumo de 8 gramas por dia desta fibra durante 3 semanas comprovou um aumento na absorção de cálcio em 18% (GRIFFIN, DAVILA e ABRAMS, 2002).

A inulina e a oligofrutose podem ser empregadas em alimentos por suas vantagens nutricionais ou por suas propriedades tecnológicas, porém elas são geralmente utilizadas por oferecerem esse duplo benefício: melhoria da qualidade organoléptica e composição nutricional mais bem balanceada (FRANCK, 2002).

ROBERFROID (2002) afirma que a inulina e a oligofrutose são fibras alimentares e já são amplamente utilizadas em produtos alimentícios tanto por seus atributos tecnológicos quanto por seus benefícios nutricionais.

A inulina e a oligofrutose adequam-se bem ao atual conceito de fibra alimentar, uma vez que não são digeridas no intestino delgado e, portanto, entram no intestino grosso praticamente em sua totalidade onde são fermentadas, aumentando o peso e a frequência fecal. Como a maior parte da inulina e da oligofrutose ingeridas é fermentada, essas fibras são carboidratos menos energéticos que o amido e a sacarose (CHERBUT, 2002; NYMAN, 2002).

O efeito prebiótico da inulina e da oligofrutose tem sido confirmado por vários estudos em laboratórios e em humanos e, por isso, cada vez mais essas fibras têm sido utilizadas no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (KOLIDA, TUOHY e GIBSON, 2002). A definição do efeito prebiótico é estimular o crescimento de *bifidobactéria* e de *lactobacilos* no intestino e, assim, aumentar a resistência à invasão de patógenos. Os prebióticos podem trazer benefícios adicionais à saúde devido à fermentação no intestino grosso, o que resulta na produção de ácidos graxos de cadeia curta.

Pesquisas demonstraram que a inulina e a oligofrutose possuem outros efeitos nutricionais, como melhoria na biodisponibilidade de cálcio, redução do

risco de desenvolvimento de lesões pré-cancerosas no cólon e modulação de lipídeos no sangue (ROBERFROID, 2002).

Litesse®

A fibra Litesse® é um ingrediente proveniente do beneficiamento de polidextrose, sendo constituído por 90% desta fibra, com alta viscosidade e solubilidade em água. É um ingrediente alimentício funcional, podendo ser utilizado como substituto total de açúcar e como substituto parcial de gordura em muitos alimentos. Como possui valor calórico de apenas 1kcal/g, representa para os fabricantes uma opção de redução significativa de calorias no caso da substituição de açúcar em alguns produtos (LAURIDSEN, 2004; MITCHEL, 2002).

A polidextrose é um polissacarídeo de baixo peso molecular, preparada por meio da policondensação a vácuo de glicose e sorbitol com pequenas quantidades de ácido cítrico. Todas as ligações glicosídicas possíveis com o carbono anomérico da glicose estão presentes na molécula: α e β 1-2, 1-3, 1-4 e 1-6, sendo que as ligações 1-6 predominam. A polidextrose possui grau de polimerização médio de 12 e peso molecular médio de 2000 (FLOOD, AUERBACH e CRAIG, 2004).

Pesquisas atuais demonstraram que o carboidrato Litesse® fornece benefícios fisiológicos de fibras alimentares solúveis: ele aumenta a produção de ácidos graxos de cadeia curta, a maciez e o bolo fecal, diminui o tempo de transição pelo intestino, o pH e a presença de carcinógenos, além de melhorar a flora intestinal de uma maneira geral (LAURIDSEN, 2004; MITCHEL, 2002).

NutraFlora®

A fibra NutraFlora® é um ingrediente comercial constituído de 95% fruto-oligossacarídeo, e obtido a partir do tratamento enzimático da sacarose, resultando em um produto com ligações glicosídicas β 2-1 (BORNET et al., 2002). Por definição, oligossacarídeos possuem grau de polimerização menor do que 9. O grau de polimerização de fruto-oligossacarídeos de cadeia curta varia de 2 a 5. A cadeia da NutraFlora® é sempre terminada com uma unidade de glicose, o que

beneficia a fermentação. Os fruto-oligossacarídeos de cadeia curta estão presentes na natureza em vegetais como a cebola, trigo, alho, aspargos, chicória, entre outros (BORNET et al., 2002; OHR, 2004).

Os fruto-oligossacarídeos adequam-se bem ao atual conceito de fibra alimentar, uma vez que não são digeridos no intestino delgado e, portanto, entram no intestino grosso praticamente em sua totalidade onde são fermentados. O Quadro 2.1 apresenta uma breve definição de cada fibra utilizada.

Quadro 2.1 Breve definição de cada fibra utilizada.

Fibra	Definição
Inulina	Inulina é uma mistura de cadeias de frutose que variam em tamanho e que são ligadas entre si por ligações β 2-1 e freqüentemente terminando com uma unidade de glicose.
Oligofrutose	Oligofrutose é um polissacarídeo composto por cadeias curtas de frutose ligadas entre si por ligações β 2-1 terminando com uma unidade de glicose. É formada pela hidrólise parcial da inulina com grau de polimerização entre 2 e 10 unidades.
Polidextrose	Polidextrose é um polissacarídeo sintético feito pela polimerização aleatória de glicose e sorbitol.
Fruto-oligossacarídeo (FOS)	FOS é um polissacarídeo composto por cadeias curtas de frutose ligadas entre si por ligações β 2-1 terminando com uma unidade de glicose. Basicamente, FOS possui a mesma composição química e estrutural da oligofrutose, porém com graus de polimerização entre 2 e 5.

Fonte: BERRY (2005).

O interesse pelos fruto-oligossacarídeos aumentou na década de 90, principalmente por seus aspectos nutricionais. De modo geral, estas fibras não

são digeridas no intestino delgado e chegam ao cólon, onde são totalmente fermentadas, principalmente a lactato e ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato). A propriedade mais importante dos fruto-oligossacarídeos é sua habilidade de estimular especificamente o crescimento de bífidobactérias, enquanto inibe o crescimento de bactérias patógenas no cólon. Além disso, os fruto-oligossacarídeos aumentam a absorção de cálcio e magnésio, reduzem níveis de colesterol, e aumentam a absorção de isoflavona. A atividade funcional e prebiótica deste ingrediente depende da sua dose diária e do tamanho da sua cadeia molecular (BORNET et al., 2002; OHR, 2004).

2.3. Fibras Solúveis e Alimentos Funcionais

O público está cada vez mais preocupado em consumir alimentos saudáveis, com qualidade e benefícios estéticos, buscando maior praticidade e conveniência, ou seja, produtos com maior valor agregado. Esta tendência pode ser claramente percebida com o aparecimento de produtos como leites enriquecidos com vitaminas e minerais; bebidas lácteas com baixo teor de gordura e calorias; iogurtes com probióticos, com adição de frutas e fibras, com aloe vera, colágeno; produtos orgânicos, leites de soja, entre outros (LONDOÑO, 2004).

Fibras solúveis têm características funcionais e efeitos fisiológicos muito interessantes e que possibilitam a redução do teor de carboidratos e/ou de gorduras processados em uma série de produtos acabados. Fibras solúveis têm a vantagem adicional de agregar um componente que atualmente apresenta déficit de consumo (CASTRO, 2004). Nesse sentido, o setor de ingredientes cumpre papel fundamental, melhorando as características do produto final e permitindo o desenvolvimento de produtos que solucionem ou minimizem problemas de saúde (MARCHIORI, 2004).

De acordo com BRANDÃO (2002), o termo “alimentos funcionais” foi inicialmente definido no Japão, em meados da década de 80, como alimentos similares em aparência aos alimentos convencionais, usados como parte de uma dieta normal, e que demonstraram benefícios fisiológicos e/ou reduzem o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais. O consumo regular

de alimentos funcionais pode, potencialmente, reduzir as chances de certos tipos de câncer, doenças do coração, osteoporose, problemas intestinais e muitos outros problemas de saúde.

A Portaria nº 389, de 30 de abril de 1999, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde do Brasil, diz que *é alimento funcional todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutritivas básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica* (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2007).

A adição de fibras solúveis a alimentos pode representar, do ponto de vista da saúde, um avanço importante, além de uma forma de agregar valor ao produto (O INGREDIENTE do lácteo saudável, 2004).

2.3.1. O Aumento da Absorção de Minerais

Os alimentos e bebidas que contêm minerais cumprem com a função de prover o organismo humano com ferro, cálcio, magnésio e outros ingredientes extremamente importantes ao corpo. Organismos internacionais como FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) e a OMS (Organização Mundial da Saúde) estabeleceram a IDR (ingestão diária recomendada) para todos os nutrientes minerais essenciais ao organismo. Estudos confirmaram que muitos minerais e vitaminas essenciais para a saúde ingeridos pelas pessoas estão abaixo da IDR ideal (TANIGUCHI, 2005).

Existem evidências que as fibras alimentares são componentes importantes nas dietas humanas e de animais e que possuem importante atividade na saúde humana. Em 1977, observou-se que amido resistente, uma fibra alimentar fermentável, poderia melhorar a absorção de magnésio em ratos. Mais recentemente, a atenção tem sido focada em outros substratos fermentáveis, como a inulina, e oligo- ou polissacarídeos, por seus efeitos prebióticos benéficos à saúde (COUNDRAY, DEMIGNÉ e RAYSSIGUIER, 2003).

Segundo SCHOLZ-AHRENS et al. (2007), alguns trabalhos de pesquisa em animais e seres humanos mostraram efeitos positivos de fibras na absorção de minerais e no metabolismo e composição dos ossos. Estas fibras incluem: inulina, oligofrutose, fruto-oligossacarídeo, galacto-oligossacarídeo e amido resistente. De acordo com COUNDRAY, DEMIGNÉ e RAYSSIGUIER (2003), estudos conduzidos com diferentes tipos de carboidratos fermentáveis confirmaram seu efeito benéfico na absorção de magnésio em diferentes espécies de animais.

O mecanismo que explica a melhoria na absorção de minerais é o aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta pela fermentação das fibras no cólon e conseqüente acidificação do meio. A acidificação melhora a solubilidade do mineral e aumenta sua disponibilidade para transporte pelo epitélio (COUNDRAY, DEMIGNÉ e RAYSSIGUIER, 2003; SCHOLZ-AHRENS et al., 2007).

2.4. Produtos com Teor de Gordura Reduzido – Requeijão Light e Requeijão Cremoso sem Adição de Gordura

Nos últimos anos, os produtos alimentícios com redução de gordura têm se tornado mais do que uma tendência. O consumidor tem adquirido maior conhecimento das relações entre dieta e saúde e, portanto, observa-se uma mudança significativa em seu comportamento em relação aos alimentos com reduzidos teores de gordura (ROMEIH et al., 2002).

O consumo de altas quantidades de gordura aumenta o desenvolvimento da obesidade e de alguns tipos de câncer. Além disso, a ingestão de ácidos graxos saturados está associada ao aumento do colesterol sangüíneo e da ocorrência de doenças coronárias (AKOH, 1998). A maior parte das pessoas sabe a importância de se reduzir o consumo de gordura, porém a adesão a dietas alimentares com baixo teor de gordura continua pequena. Entende-se, portanto, que uma alternativa para auxiliar na redução do consumo de gordura é o desenvolvimento de produtos alimentícios com redução total ou parcial deste ingrediente que apresentem características semelhantes aos produtos tradicionais, com maior teor de gordura.

No entanto, como a gordura desempenha um papel importante no sabor, textura e aparência do alimento, desenvolver produtos com valores reduzidos de gordura, mas com a mesma qualidade da versão convencional, torna-se uma tarefa difícil (ROMEIH et al., 2002).

Os procedimentos desenvolvidos para a fabricação de queijos com redução de gordura, visando reduzir os problemas anteriormente citados, baseiam-se na adoção das seguintes tecnologias: (a) modificação das técnicas convencionais de processamento de queijo a fim de melhorar a retenção de água e/ou aumentar a superfície de glóbulos de gordura por meio de homogeneização, (b) seleção de culturas microbianas adjuntas para melhorar o sabor e (c) uso de aditivos, como estabilizantes, e de miméticos de gordura (substitutos de gordura à base de carboidrato ou proteína) para compensar principalmente a perda de textura como resultado da remoção de gordura (MISTRY, 2001; DRAKE e SWANSON, 1995; RODRIGUEZ, 1998). Normalmente, segundo ROMEIH et al. (2002), recomenda-se o uso de miméticos de gordura em queijos.

O mimético de gordura consiste em um material à base de proteínas ou carboidratos microparticulados, que retém a água conferindo ao alimento uma sensação de cremosidade que havia sido reduzida pela remoção da gordura. No entanto, não há substituição efetiva das propriedades funcionais apolares da gordura, como por exemplo, a capacidade de reter sabor (ROMEIH et al., 2002).

Autores como NORONHA, O'RIORDAN e O'SULLIVAN (2007) estudaram a substituição de gordura por fibra funcional em queijo mimético de mussarela. Os autores avaliaram os efeitos do aumento de umidade, no intervalo de 52 a 60%, nas propriedades físicas de um queijo mimético em que metade do teor de gordura foi substituído por amido resistente (Novelose[®] 240). Também foram analisados os efeitos da substituição progressiva do teor de 50% de gordura restante nas propriedades físicas do queijo mimético contendo 60% de umidade. Concluiu-se que a substituição de cerca de 50% da gordura no produto, com o teor de umidade de 52%, resulta em um queijo com firmeza excessivamente alta. O aumento do teor de umidade de 52 para 60% diminuiu a firmeza associada com a substituição de gordura. Um queijo mimético típico possui cerca de 22% de

gordura e foi possível substituir até 90% de gordura com amido resistente para produzir um queijo com 2% de gordura e com firmeza e coesividade desejáveis.

KOCA e METIN (2004) avaliaram a textura, o derretimento e propriedades sensoriais de queijo kashar fresco (queijo de origem turca) com redução de cerca de 70% da gordura durante um período de 90 dias. Na produção dos queijos foram utilizados dois miméticos de gordura à base de proteína (1,0% p/p Simplese[®] D-100 e 1,0% p/p Dairy-LoTM) e um mimético de gordura à base de carboidrato (5,0% p/p Raftiline[®] HP). O teor de umidade dos queijos feitos com miméticos de gordura foi significativamente maior do que no queijo que teve seu teor de gordura reduzido e não foi adicionado de mimético de gordura (queijo controle). O uso de mimético de gordura diminuiu a dureza, a elasticidade e a coesão (liga) do queijo. Os resultados desse estudo demonstraram que Simplese[®] D-100 e Raftiline[®] HP podem melhorar a textura e as propriedades sensoriais do queijo kashar fresco com redução de gordura.

ZALAZAR et al. (2002) avaliaram o queijo cremoso argentino com elevado teor de umidade e com adição de mimético de gordura à base de proteína (Dairy-Lo[®]). Dentre os resultados da pesquisa, os autores citam que obtiveram queijos com redução de gordura e com nível de umidade no produto final desejáveis. Porém, a umidade muito alta nos queijos com Dairy-Lo[®] representou um problema na vida de prateleira do produto e, como consequência, esses queijos apresentaram excesso de maciez após 30 dias de maturação.

Em relação a estudos com o requeijão cremoso, SILVA (2003) desenvolveu uma tecnologia para produção de requeijão com teor de gordura reduzido a partir de massa obtida por precipitação ácida a quente ou de retentado de ultrafiltração, utilizando, nos dois casos, o concentrado de proteína de soro (WPC34%) para substituição parcial da gordura. As variações estudadas na formulação básica foram a adição ou não do WPC e o tipo de sal fundente. A autora concluiu que o requeijão cremoso com teor reduzido de gordura que apresentou as melhores características foi aquele onde foi empregado sal fundente Joha S9 na fusão da massa e 2% de WPC34% como mimético parcial de gordura, ambos calculados em relação à massa básica.

Em outro estudo, FERREIRA et al. (2000) caracterizaram os parâmetros do requeijão cremoso adicionado de concentrado protéico de leite, por meio de sua composição e análises sensorial e reológica. Nas formulações, a proporção de concentrado protéico adicionada foi de 0, 15, 30 e 45% sobre a quantidade de proteína total da massa. Os autores concluíram que o requeijão com 45% de concentrado protéico foi o que obteve maior porcentagem de aprovação em todos os atributos (aparência global, espalhabilidade, cremosidade e firmeza) e resultou em um comportamento reológico mais diferenciado, apresentando uma viscosidade aparente maior que nas demais formulações.

ALVES e SILVA (2005) substituíram parcialmente a gordura do requeijão cremoso por géis formados a partir de linhaça desengordurada a 5, 10 e 15% substituindo a gordura em 10, 20 e 30%, respectivamente. Em análise sensorial com 30 provadores não treinados, foi observado que o parâmetro menos favorecido foi a aparência das amostras com 20 e 30% de substituição, devido à presença de pontos escuros. O mesmo não foi observado para a amostra com 10% de substituição. A textura foi o item menos afetado, uma vez que as amostras foram consideradas semelhantes ao padrão independente do nível de substituição. As autoras concluíram que a linhaça pode ter seu uso potencializado na alimentação humana por meio de sua introdução nos alimentos.

2.5. Perfil de Textura do Requeijão Cremoso

A análise de perfil de textura (TPA) foi desenvolvida por FRIEDMAN, WHITNEY e SZCZESNIAK (1963) por teste de compressão, em que a atmosfera é comprimida duas vezes, utilizando o texturômetro da General Foods. BOURNE (1968) desenvolveu a análise de perfil de textura utilizando o Instron Universal Testing Machine (UTM).

Atualmente, dois instrumentos têm sido muito utilizados para determinação da análise de perfil de textura (TPA), o Instron e o Analisador de Textura TA-XT2. Os instrumentos são usados numa grande variedade de testes de textura, por apresentarem precisão e exatidão.

O Analisador de Textura TA-XT2 consiste de um sistema hidráulico para a movimentação de um pistão a uma velocidade variável, conforme o método, ao qual é conectado um dispositivo (probe) que entra em contato com a amostra, registrando a resistência na forma de gráfico e calculando os diversos parâmetros de textura (MARQUES, 2001).

O TA-XT2 fornece medidas de compressão, tanto de distância como de força, variáveis em função do modelo. Os resultados são apresentados de forma gráfica utilizando softwares especiais específicos do aparelho que fazem a integração das curvas proporcionando a interpretação dos resultados (TEXTURE TECHNOLOGIES CORP., 1991).

A resistência detectada pelo aparelho é registrada na forma de uma curva típica de força-deformação do alimento, e diversos parâmetros de textura podem ser quantificados a partir do gráfico Força/Tempo, como mostra a Figura 2.1. A TPA é um conjunto de medidas que foi desenvolvida com base na imitação da compressão de uma mordida em um pedaço de alimento, duas vezes a movimentação da ação da boca.

Segundo BOURNE (1968) e CIVILLE e SZCZESNIAK (1973), apresentados por PYE (1996) e por RAPACCI et al. (1998), alguns dos parâmetros que podem ser definidos mecanicamente pelo gráfico são:

Firmeza: a força máxima na primeira compressão, representada pela altura do primeiro pico, ou seja, a primeira mordida. Ela se relaciona com a força dentro da boca requerida para comprimir uma substância entre os dentes molares ou entre a língua e o palato.

Adesividade: representada pela área negativa (A3) após o primeiro pico. É a energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície o alimento e a de outros materiais em contato com o mesmo. Sensorialmente, é a força requerida para remover o material que adere ao palato durante a mastigação, e está relacionada com propriedades de superfície.

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 (A2/A1). É a extensão até a qual o material pode ser distendido antes de romper irreversivelmente.

Elasticidade: é a dimensão que a amostra recupera após a primeira compressão antes da segunda, ou a velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada depois que a força de deformação é removida (Base A3). É a extensão em que um alimento recobra a sua altura durante o tempo entre o fim da primeira mordida e o início da segunda.

Gomosidade: é a energia requerida para desintegrar um produto semi-sólido para um estado a ser deglutido. É calculada como o produto resultante do valor de firmeza versus coesividade.

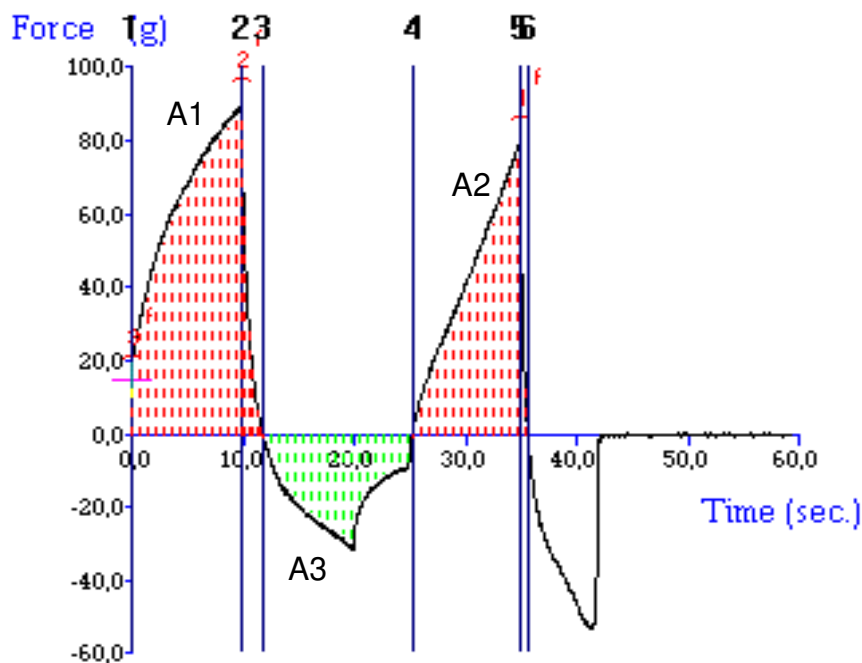


Figura 2.1. Curva Força/Tempo característica do texturômetro (Analisador de Textura TA – XT2).

Os queijos processados, como é o caso do requeijão cremoso, consistem em um sistema complexo composto por proteínas, gordura, água, sais minerais e sais emulsificantes. As principais características de textura do requeijão cremoso

são: firmeza, elasticidade, coesividade, adesividade e espalhabilidade (CAMPOS, 1989; VERMA e GUPTA, 1981; SHIMP, 1985).

No requeijão cremoso, a textura é uma propriedade que tem papel fundamental na qualidade do produto final (RAPACCI, 1997; ANJOS 2000). Em muitos casos, a textura é tão importante quanto um parâmetro de sabor e aroma (SILVA et al., 2000).

A consistência do requeijão cremoso, que permite que ele seja espalhado com uma faca à temperatura ambiente, se deve à ausência de uma matriz protéica rígida como resultado da forte agitação e homogeneização a que o requeijão é submetido durante o processamento (VÉLEZ-RUIZ e CÁNOVAS, 1997; RAPACCI, VAN DENDER e CAMPOS, 1998).

Dentre os componentes do requeijão cremoso, a umidade é o que mais influencia a firmeza do produto final. De acordo com vários estudos, o aumento do conteúdo de umidade diminui consideravelmente a firmeza dos queijos fundidos, isto porque o conteúdo de umidade está diretamente relacionado ao de extrato seco desengordurado (OLSON e PRICE, 1961).

Além do teor de umidade, a porcentagem de gordura também influencia a firmeza do queijo. Na medida em que a porcentagem de gordura é reduzida, as proporções de proteína e umidade aumentam. O maior teor de proteína em queijos com redução de gordura causa defeitos na textura, como maior firmeza e adesividade (METZGER e MISTRY, 1995; SIPAHIOGLU, ALVAREZ e SOLANO-LOPEZ, 1999).

2.6. Características Sensoriais do Requeijão Cremoso

Medir as propriedades sensoriais e determinar a importância destas propriedades como base para prever a aceitação pelo consumidor representam uma grande conquista da análise sensorial (STONE e SIDEL, 1993). Muitas são as definições e visões da análise sensorial, porém sua função ou objetivo é sem dúvida um só: conduzir testes válidos e confiáveis que permitam tomar decisões (FARIA e GARCIA, 2006).

A avaliação sensorial foi definida pela Divisão de Avaliação Sensorial do IFT (*Institute of Food Technologists*) como “uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e materiais percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição” (FARIA e GARCIA, 2006).

As principais características sensoriais do requeijão cremoso que são freqüentemente avaliadas são: sabor, aroma, consistência, textura e cor (FERNANDES, 1981a, b; FERNANDES et al., 1985a).

O requeijão cremoso típico deve apresentar sabor e aroma característicos, levemente ácido e salgado. O sabor deve ser semelhante a creme de leite e o aroma de leite fresco levemente fermentado (FERNANDES e MARTINS, 1980; FERNANDES et al., 1985b; OLIVEIRA, 1986). O sabor ácido suave próprio 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 e KALÁB, 1987). O teor de gordura do queijo pode afetar o seu sabor. Queijos com redução de gordura geralmente apresentam sabor menos pronunciado do que queijos convencionais (SIPAHIOGLU, ALVAREZ e SOLANO-LOPEZ, 1999).

No produto alimentício, a gordura contém a maior parte de seus compostos responsáveis pelo sabor e por proporcionar sua textura característica. A remoção da gordura de queijos pode provocar textura e aparência indesejáveis, parâmetros reológicos alterados, falta de sabor e baixa vida-de-prateleira (RODRÍGUEZ, 1998; SIPAHIOGLU, ALVAREZ e SOLANO-LOPEZ, 1999; KOCA e METIN, 2004).

A consistência do requeijão cremoso deve ser mole, homogênea, untuosa, manteigosa ou cremosa. O requeijão deve ainda apresentar considerável espalhabilidade (FERNANDES et al., 1985a, b). A espalhabilidade e a cremosidade são duas propriedades características dos queijos processados untáveis (VERMA e GUPTA, 1981). O termo untuoso é geralmente aplicado para 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 e SOMMER, 1932; KEATING, 1971; KOKINI e DICKIE, 1982).

De acordo com FERNANDES et al. (1981c), a massa do requeijão cremoso deve apresentar, após a fusão, uma estrutura não muito curta nem muito longa, além de apresentar certa elasticidade formando fios ao ser retirado com a faca. A textura do requeijão cremoso deve ser lisa, com ausência total de grumos. A cor deve variar do branco ao creme e deve ser homogênea (FERNANDES, 1981b; FERNANDES et al., 1985a). A cor branco-creme típica do requeijão é dada pela gordura presente no extrato seco desengordurado. Quanto maior for o teor de gordura, mais intensa é a cor (RAPACCI, VAN DENDER e MORI, 1999).

Alguns dos defeitos mais comuns em queijos fundidos cremosos são: consistência granulada, fluidez heterogênea, fluidez excessiva, emulsão brilhosa ou com separação de gordura, descoloração ou escurecimento do produto, textura arenosa ou cristalizada, defeitos de sabor como sabor fraco, picante, amargo, rançoso, ácido, químico, alcalino e metálico (GARRUTI et al., 2003).

Do ponto de vista do desenvolvimento de produto, a informação descritiva é essencial no foco de esforços em variáveis do produto que são identificadas como diferentes, e das quais se podem estabelecer relações de causa e efeito. Os métodos descritivos, tais como perfil de sabor, perfil de textura e análise descritiva quantitativa são de grande utilidade na solução de diversos problemas associados ao controle de qualidade, estudos de vida-de-prateleira ou no desenvolvimento de novos produtos (STONE e SIDEL, 1993).

Na aplicação de métodos descritivos de análise sensorial, o objetivo é descrever propriedades sensoriais dos produtos e medir a intensidade percebida dessas propriedades (CHAVES e SPROESSER, 1996). A análise descritiva é um método sensorial que fornece descrições quantitativas de produtos com base nas percepções de um grupo de pessoas qualificadas. A descrição sensorial considera todas as sensações percebidas: visuais, auditivas, olfativas, gustativas e tácteis. A palavra “produto” é utilizada em um sentido amplo, uma vez que pode ser uma idéia ou conceito, um ingrediente, ou um produto acabado (STONE e SIDEL, 1993).

A análise descritiva quantitativa (ADQ) pode ser entendida como uma técnica de perfil sensorial, na qual uma equipe treinada (6 a 12 pessoas) identifica

e quantifica as propriedades sensoriais de um produto. Os julgadores são treinados, mas não são especialistas. Eles estão familiarizados com o ambiente de laboratório, com os procedimentos para o teste utilizando a técnica de ADQ e com as propriedades sensoriais relevantes do produto. No treinamento para a ADQ, os membros da equipe trabalham juntos como um grupo de discussão, moderado por um líder. Nestas reuniões são exibidas amostras que representam a faixa de variação da qualidade sensorial esperada para aquele produto, incluindo amostras-referência. Nas discussões preliminares em grupo são estabelecidas as características relevantes de qualidade sensorial do produto (termos descritivos), sua ordem de percepção durante a avaliação e a escala de intensidade destas características. Após o treinamento da equipe, as avaliações propriamente ditas são realizadas em cabines individuais (CHAVES e SPROESSER, 1996). O vocabulário desenvolvido para análise descritiva quantitativa de requeijão cremoso é apresentado no Quadro 2.2 (FARIA e GARCIA, 2006).

O desenvolvimento de equipes para a análise descritiva quantitativa requer, além da seleção e treinamento dos julgadores, a validação da equipe treinada, o que é obtido a partir da avaliação individual de três amostras em triplicata e análise estatística dos dados de cada provador visando comprovar que são capazes de discriminar as amostras, repetir resultados e realizar avaliações consensuais com os demais membros da equipe (FARIA e GARCIA, 2006).

Os testes afetivos têm como objetivo medir atitudes subjetivas como aceitabilidade ou preferência de produtos, de forma individual ou em relação a outros. A determinação da aceitabilidade pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Aceitabilidade refere-se à expectativa de uso efetivo do produto, isto é, à disposição do consumidor de comprar e consumir o produto. (CHAVES e SPROESSER, 1996).

Os dois métodos mais frequentemente utilizados para medir aceitabilidade e preferência são comparação pareada e escala hedônica de 9 pontos. Na comparação pareada, o indivíduo deve indicar qual, entre duas amostras codificadas, tem maior aceitação (STONE e SIDEL, 1993). Na escala hedônica, o provador se expressa seguindo uma escala previamente estabelecida que varia

gradativamente, com base nos atributos “gosta” e “desgosta”. Os pontos da escala são associados a valores numéricos, possibilitando a análise estatística dos resultados por meio da análise de variância e de outras técnicas (CHAVES e SPROESSER, 1996).

A condução de testes de preferência ou aceitabilidade requer critérios de seleção de julgadores diferenciados daqueles necessários aos testes discriminativos e descritivos. O principal critério a ser aplicado é a necessidade do julgador fazer parte do grupo da população que consome a classe do produto de interesse, ou seja, da população alvo do produto. Assim, são os próprios consumidores do produto que devem ser consultados (FARIA e GARCIA, 2006).

Do ponto de vista de vida-de-prateleira, a qualidade dos alimentos é definida por parâmetros fisiológicos, valores nutricionais e atributos sensoriais como cor, sabor e textura ou consistência. A diminuição da qualidade e a redução de vida-de-prateleira podem ser consequência do efeito de uma ou mais destas propriedades (PFEIFFER et al., 1999).

No desenvolvimento de novos produtos um ponto chave é a determinação da vida-de-prateleira (ELLIS, 1996). A vida-de-prateleira de um alimento é basicamente determinada pela sua composição, processamento, qualidade inicial, embalagem, temperatura e umidade relativa de transporte e armazenamento (DETHMERS, 1979 apud LIMA, 2002).

Vida-de-prateleira de um alimento é definida por ELLIS (1996) como o tempo decorrido entre a produção e a embalagem do produto até o ponto em que se torna inaceitável ao consumo.

Mesmo que um alimento esteja preservado e bem embalado, não será estável indefinidamente. Cada sistema se deteriora a uma certa velocidade até atingir um ponto inaceitável. A inaceitabilidade não quer dizer que o alimento esteja totalmente deteriorado, mas que o padrão de qualidade preestabelecido para ele foi ultrapassado (LABUZA, 1982 apud LIMA, 2002).

Quadro 2.2 Vocabulário desenvolvido para análise descritiva quantitativa de requeijão cremoso (FARIA e GARCIA, 2006).

Atributo sensorial	Definição
Cor	Coloração característica de requeijão, 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.
Cremosidade	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 do sabor	Descreve a intensidade global do sabor de requeijão, que pode ser insípido ou bastante intenso.

2.7. Microscopia Eletrônica

A microscopia oferece os métodos mais apropriados para a avaliação da estrutura dos alimentos, uma vez que são os únicos métodos analíticos que produzem resultados na forma de imagens. As técnicas variam no método de preparação da amostra e em resolução, e dão um tipo particular de informação a respeito da estrutura, que é única para cada técnica utilizada (KALÁB, ALLAN-WOJTAS e MILLER, 1995).

Na formação da imagem em microscopia eletrônica, a iluminação é feita por elétrons, que são ajustados por lentes magnéticas. Como os elétrons são absorvidos pelo ar, a microscopia eletrônica é realizada em vácuo, portanto a amostra não pode conter substâncias voláteis quando colocada no microscópio. Para isso, a amostra deve ser desidratada ou congelada antes de ser examinada (KALÁB, ALLAN-WOJTAS e MILLER, 1995).

Com o uso da microscopia eletrônica, é possível observar que alimentos constituídos de matérias-primas similares podem ter estruturas diferentes, dependendo de outros ingredientes presentes e dos procedimentos de processamento utilizados. Por exemplo, apesar do iogurte, queijo tradicional e queijo com redução de gordura serem derivados do leite, o iogurte apresenta uma matriz protéica aberta (porosa) composta por cadeias interconectadas, o queijo tradicional, integral em gordura, possui a matriz protéica compacta, com glóbulos de gordura dispersos. O queijo com redução de gordura apresenta a matriz mais compacta entre os três produtos, com poucos glóbulos de gordura. Essas diferenças na estrutura determinam a forma como as amostras devem ser preparadas para a microscopia eletrônica: fixação, desidratação e impregnação com resina levam mais tempo com amostras compactas do que com aquelas de estrutura aberta (KALÁB, ALLAN-WOJTAS e MILLER, 1995).

Os métodos de fixação química utilizados na biologia visam a estabilização de sistemas celulares hidratados. Esses métodos precisam ser modificados para o uso em amostras alimentícias, uma vez que as células e suas organelas presentes na matéria-prima são rompidas durante o processamento do alimento. Portanto, o produto alimentício representa um novo sistema complexo. As condições

necessárias para estabilizar a maior parte dos alimentos diferem daquelas utilizadas para estabilizar a matéria-prima (KALÁB, ALLAN-WOJTAS e MILLER, 1995).

Uma solução de glutaraldeído é usada na fixação primária para interligar proteínas, enquanto uma solução de tetróxido de ósmio (OsO_4) é usada como metal pesado oxidante para fixar lipídios insaturados. Alimentos à base de proteína (carne e produtos derivados de leite) são relativamente fáceis de serem fixados, porém alimentos ricos em gordura são difíceis, pois gorduras saturadas não são quimicamente fixadas (GEYER, 1977).

A remoção de água, que rotineiramente é posterior à etapa de fixação, e a remoção opcional dos glóbulos de gordura, retira da amostra constituintes importantes, bem como, substâncias neles dissolvidas. Os procedimentos de remoção são freqüentemente necessários a fim de possibilitar a visualização de matrizes protéicas sólidas ou de cristais de gordura, e devem ser levados em consideração na interpretação das imagens (KALÁB, ALLAN-WOJTAS e MILLER, 1995).

Existem dois modos principais de utilização da microscopia eletrônica, que se complementam, a microscopia eletrônica de varredura (SEM – do inglês *scanning electron microscopy*) e microscopia eletrônica de transmissão (TEM – do inglês *transmission electron microscopy*).

Microscopia Eletrônica de Varredura

A microscopia eletrônica de varredura (SEM) é utilizada para examinar superfícies (GOLDSTEIN et al., 1981). A amostra pode ser desidratada (SEM convencional) ou pode ser congelada abaixo de -80°C (crio-SEM). Uma cobertura de 5-20nm de espessura de metal (ouro) proporciona a condutividade dos elétrons. A amostra é varrida por um feixe de elétrons ajustados, e um segundo grupo de elétrons dispersos forma a imagem ampliada. A ausência de água em amostras desidratadas expõe suas estruturas sólidas à observação. As imagens formadas no microscópio eletrônico de varredura possuem grande profundidade

de foco e relativa facilidade de interpretação (KALÁB, ALLAN-WOJTAS e MILLER, 1995).

Amostras de alimentos hidratados destinados à crio-SEM são primeiramente fixadas pelo congelamento, que tem como objetivo reter a água, que passa para o estado sólido (SARGENT, 1988). Somente estruturas que estão no mesmo plano da fratura da amostra são visualizadas na presença de água. Uma opção é sublimar a água presente na amostra, possibilitando a observação de estruturas abaixo da superfície. A crio-SEM é indicada para amostras ricas em gordura e outras amostras de difícil preparo com a utilização de métodos convencionais (ALLAN-WOJTAS e YANG, 1987).

MADADLOU, KHOSROSHAHI e MOUSAVI (2005) avaliaram a microestrutura de um queijo branco iraniano com redução de gordura. Os autores realizaram a SEM e observaram que no queijo controle (queijo com 23% de gordura) a matriz de proteína era aberta com espaços ocupados por glóbulos de gordura. O queijo com redução de gordura (6% de gordura) apresentou microestrutura claramente diferente quando comparado ao controle, uma vez que o número de glóbulos de gordura diminuiu, e a matriz de proteína se tornou mais compacta, o que provavelmente explicou a textura firme observada neste queijo, apesar de seu conteúdo de umidade ser maior.

LOBATO-CALLEROS et al. (2007) estudaram a microestrutura de queijo branco com óleo de canola e com concentrado de proteína do soro (WPC) em substituição total e parcial à gordura do leite. Como controle foi utilizado queijo branco sem substituição ou redução de gordura. Após observação das amostras em microscópio eletrônico de varredura, os autores verificaram que o queijo controle apresentou uma matriz protéica aberta e interrompida por numerosos glóbulos de gordura. O queijo com substituição da gordura do leite por óleo de canola apresentou características diferentes em sua microestrutura, havendo menos ligações entre cadeias de caseína, o que refletiu na formação de menores fibras de proteína. O queijo com WPC, praticamente isento de gordura, apresentou rede protéica compacta, formada por fibras de caseína menores do que as do queijo com óleo de canola. De modo similar, a proteína do soro interfere nas

ligações entre as cadeias de caseína, provavelmente devido à formação de pontes dissulfito entre β -lactoglobulina e κ -caseína, assim como, às ligações de ponte de hidrogênio entre as proteínas do soro e a água incorporada na matriz protéica do queijo.

Microscopia Eletrônica de Transmissão

A microscopia eletrônica de transmissão (TEM) possibilita a visualização da estrutura interna de amostras alimentícias. No microscópio, as amostras são atravessadas por um feixe de elétrons, e a imagem ampliada é observada em uma tela fluorescente. Os elétrons são transmitidos pela amostra com graus variáveis de perda de energia. A formação da imagem se deve às diferenças na densidade de elétrons nas áreas da amostra ligadas a sais de metais pesados (por exemplo, urânio ou chumbo) ou diferenças na espessura do metal devido a diferenças nos ângulos em que o metal é depositado (BOZZOLA e RUSSELL, 1992).

TAMIME et al. (1999) estudaram a microestrutura de análogos de queijo processado com adição de mimético de gordura. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) e de transmissão (TEM) revelaram diferenças na microestrutura dos queijos processados. Cada mimético de gordura (Dairy-LoTM, Simplese[®] e Paselli[®]) foi caracterizado por SEM a fim de ilustrar a forma em que são produzidos. Por exemplo, spray-drying produz partículas globulares. A composição química de cada mimético também influencia a sua forma. Na análise de TEM, o mimético de gordura à base de carboidrato (Paselli[®]) apresentou-se como uma partícula translúcida. Sua cor clara na imagem avaliada foi resultado da falta de sua interação com o metal pesado utilizado (tetróxido de ósmio) na etapa de pós-fixação. Por outro lado, os miméticos à base de proteína (Dairy-LoTM e Simplese[®]) se apresentaram como partículas densas em elétrons, ou seja, partículas escuras na imagens. As matrizes protéicas de todos os queijos análogos foram mais claras do que as partículas densas em elétrons, o que pode ser explicado pelo seu conteúdo de água.

2.8. Cor

Alguns miméticos de gordura têm sido desenvolvidos visando a produção de alimentos com redução ou sem adição de gordura (ESTELLER, AMARAL e LANNES, 2004). A adição de miméticos não produz alterações somente no valor nutricional de um produto alimentício, mas também pode modificar sua textura, cor e sabor (ESTELLER, PITOMBO e LANNES, 2004).

No sistema CIELab, os valores de luminosidade são representados pela letra L, que varia de 0 (preto) a 100 (branco) e a cromaticidade pode ser representada no sistema cartesiano de coordenadas retangulares. O vermelho é representado por +a, o verde por -a, amarelo por +b, e azul por -b (GIESE, 2000).

A medida da cor é um parâmetro que pode ser utilizado como índice de qualidade de alimentos crus e processados, documentação do controle de qualidade, para determinação de conformidade em relação às especificações, e para análise de modificações da qualidade em decorrência de diferentes procedimentos de processamento, armazenamento e outros fatores (HUTCHINGS, 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. Quando se utiliza corante, a cor do produto é dependente do corante utilizado.

OLIVO et al. (2006) desenvolveram uma formulação de requeijão cremoso com adição do corante clorofila e de hortelã. O uso de clorofila foi justificado pelo seu valor nutricional, pois é rica em magnésio. A hortelã foi utilizada com a função de aromatizante, a fim de suavizar o sabor da clorofila. A elaboração do produto foi idêntica à do requeijão cremoso tradicional diferenciando-se pela adição dos demais ingredientes ao final do processo. Após teste de aceitabilidade, verificou-

se que o produto desenvolvido, de cor esverdeada, foi aprovado pelos consumidores.

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 a branco. Como exemplos podem ser citados a variação da cor do queijo natural devido à sazonalidade, o grau de dispersão da gordura e o tipo de sal emulsificante (ZEHREN e NUSBAUM, 1992). A cor amarela b, por exemplo, pode ser influenciada pelo teor de lactose, uso de concentrado de proteína de soro, teor de extrato seco total e gordura no extrato seco total, e pH (GIGANTE, 1998; MEYER, 1973; FURTADO e LOURENÇO NETO, 1994).

Segundo VAN DENDER (2006), um dos princípios defeitos de queijos processados é a ocorrência de coloração marrom claro a marrom escuro. Uma causa para este defeito é a elevada temperatura de fusão, sobretudo nos queijos fundidos que contêm lactose. Outra causa é o uso de temperaturas superiores a 100°C durante muito tempo em queijo fundido. Para corrigir o defeito, durante o processo de fusão, o vapor indireto deve ser fechado o mais tardar ao atingir 70°C e deve-se terminar a fusão somente com vapor direto. Os queijos fundidos que contêm lactose não devem ser aquecidos acima de 85°C. Para queijos com tratamento UHT, deve-se usar o menor binômio tempo x temperatura possível para evitar o escurecimento. De acordo com THOMAS (1977) apud RAPACCI (1997), a reação de Maillard é mais pronunciada em queijo fundido cremoso do que em bloco. Isso ocorre porque o tempo e a temperatura de cozimento da massa do queijo cremoso (90°C/8-15 minutos) é maior que a temperatura do queijo em bloco (80°C/6-8 minutos). Além disso, o teor de umidade é maior no queijo cremoso. Outro fator que contribui para o desenvolvimento da reação de Maillard em queijo fundido cremoso é o pH que varia de 5,8 a 6,0 contra 5,5 a 5,6 no queijo fundido em bloco.

GALLINA (2005), em estudo da influência do tratamento UHT na qualidade do requeijão cremoso tradicional e light, verificou que 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 tradicional e light

UHT (longa vida) e em copo (processamento tradicional) em cada período de estocagem (1, 30, 60 e 90 dias). Portanto, o tratamento térmico aplicado às amostras não afetou significativamente os seus parâmetros de cor, ao longo do período de estocagem de 90 dias a 5°C.

2.9. Aspectos do Mercado e Viabilidade Econômica

Na tentativa de conquistar uma fatia do mercado brasileiro, as empresas investem sempre em novas tecnologias para trazer ao consumidor produtos inovadores e que atendam seus desejos, muitas vezes, inconscientes. A competitividade estimula o desenvolvimento de novos produtos e coloca as empresas em evidência a cada novidade que chega às gôndolas, criando novas categorias de produtos (MARCHIORI, 2005).

A indústria de alimentos funcionais é um segmento de mercado que está aumentando rapidamente. Os fabricantes estão constantemente buscando ingredientes inovadores para aplicar em novos produtos benéficos à saúde. Um novo alimento funcional terá grande chance de sucesso e aceitação pelo mercado quando estiver voltado para um segmento específico e tiver uma mensagem clara, bem definida e um apelo significativo (*claim*). Além disso, outros fatores são importantes e contribuem para o êxito, como conveniência, sabor atraente e preços razoáveis (TANIGUCHI, 2005).

A análise econômica de um novo empreendimento ou de um novo produto é fundamental para avaliar sua viabilidade. Alguns conceitos utilizados na análise de viabilidade econômica são apresentados a seguir.

Os indicadores econômicos utilizados na avaliação dos empreendimentos são o Valor Presente Líquido (VP) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). O Valor Presente ou Valor Atual é definido como sendo:

$$VP = \sum_{j=0}^n a_j (1+i)^{-j} \quad (1)$$

Onde:

i = a taxa de desconto considerada;

j = índice para o período;

a_j = o fluxo de caixa no j -ésimo período;

n = o horizonte de tempo dos projetos.

Portanto, o Valor Presente Líquido de um projeto de investimento é a soma algébrica dos valores dos fluxos de caixa descontados a uma taxa i , durante n períodos, em um regime de juros compostos. Se a avaliação do projeto é feita de forma independente a outras alternativas de investimento, pode-se afirmar que o projeto é economicamente interessante em relação à taxa i estipulada se o Valor Presente Líquido for positivo (KASSAI et al., 2000). A questão fundamental neste método de avaliação econômica é a definição da taxa de desconto a ser considerada. Neste trabalho, especificamente, utilizou-se a taxa de 10%. A Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como sendo a taxa de desconto w tal que:

$$\sum_{j=0}^n a_j (1+w)^{-j} = 0 \quad (2)$$

Onde:

w = a TIR;

j = o índice para o período;

a_j = o fluxo de caixa no j -ésimo período;

n = o horizonte de dados.

Portanto, a TIR é a taxa de juros que iguala a zero o VP. A TIR representa exatamente a taxa de retorno sobre o saldo do capital empatado no projeto durante a sua vida útil, enquanto o capital inicial está sendo recuperado. No caso de projetos de investimento, onde:

i) $a_0 < 0$;

ii) $a_j \leq 0$ para $j = 1, \dots, k$;

iii) $a_j > 0$ para $j = k+1, \dots, n$ e

iv) , chamados de convencionais, em que só há uma mudança de sinal na seqüência de seus fluxos de caixa. A TIR existirá sempre e será única (BRASIL, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

- Tanque pasteurizador de camisa dupla.
- Prensa pneumática.
- Máquina homogeneizadora-trituradora Stephan UMM-SK 40E.
- Máquina de fechar copos a vácuo Rojek (tampa abre-fácil).
- Copos de vidro e tampas do tipo abre-fácil.
- Equipamentos utilizados em laboratório de análises físico-químicas: banho-maria, balanças analítica e semi-analítica, potenciômetro, bloco digestor e destilador para proteínas, estufas de secagem, mufla, texturômetro TA-XT2, e outros.
- Vidrarias utilizadas em laboratório.
- Reagentes exigidos pelos métodos analíticos.

3.1.2. Matérias-primas

3.1.2.1. Leite

Nos processamentos foi utilizado leite tipo B cru desnatado, resfriado, acondicionado e transportado em latões de 50 litros, proveniente da Cooperativa dos Produtores de Leite da Região de Campinas “CLC”, localizada no município de Jaguariúna, no estado de São Paulo. Foram utilizados entre 500 e 700 litros de leite na produção da massa para cada processamento dos requeijões.

3.1.2.2. Creme de Leite

O creme de leite cru e resfriado foi adquirido da Cooperativa dos Produtores de Leite da Região de Campinas “CLC”, localizada no município de Jaguariúna, no estado de São Paulo. O creme de leite foi transportado em sacos plásticos, contendo em média 66% de gordura e 68% de extrato seco total (EST).

3.1.3. Coadjuvantes Tecnológicos

Ácido láctico

O ácido láctico utilizado foi o de padrão alimentar com 85% de pureza, fornecido pela Purac Sínteses Indústria e Comércio Ltda, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. O ácido láctico foi diluído em água deionizada na proporção de 1:10 e foi adicionado ao leite após aquecimento a aproximadamente 70°C.

Cloreto de sódio

O cloreto de sódio usado foi o sal comercial da marca Cisne, procedente da Refinaria Nacional de Sal S. A., Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. Foram adicionados 2,0% de NaCl em relação à massa básica para a fabricação do requeijão cremoso light adicionado ou não de fibra. Na fabricação do requeijão cremoso sem adição de gordura, foram adicionados 1,8% de sal em relação à massa básica.

Sal Fundente

O sal fundente utilizado foi o sal emulsificante à base de polifosfatos Joha S9, procedente da BKG Rotem Química do Brasil Ltda., São Paulo, São Paulo, Brasil. Foram adicionados 1,8% de Joha S9 em relação à massa básica na fabricação de cada requeijão cremoso.

Concentrado de Proteína de Soro (WPC34%)

O concentrado de proteína de soro WPC34% (ThermaxTM – *whey protein concentrate*), marca Glanbia, foi fornecido pela U. S. Dairy Export Council (USDEC), São Paulo, São Paulo, Brasil. Foram adicionados 2% de WPC34% em relação à massa básica na fabricação do requeijão cremoso light, com exceção da formulação adicionada de 3,3% de Beneo[®]HPX, em que não houve necessidade de adicionar o concentrado de proteína de soro, e da formulação com 6,7% da mesma fibra, em que foi adicionado outro concentrado de proteína, o Dairy-LoTM. Na fabricação do requeijão cremoso sem adição de gordura, foram adicionados

4% de WPC34% em relação à massa básica, com exceção das formulações com 3,3% e 6,7% de Beneo®HPX, em que foram adicionados 2% de concentrado de proteína de soro em relação à massa básica, uma vez que esta fibra também tem a função de substituir a gordura.

Concentrado de Proteína de Soro (Dairy-Lo™)

O concentrado de proteína de soro Dairy-Lo™ foi fornecido pela Tovani Benzaquen Representações Ltda., São Paulo, São Paulo, Brasil. Foram adicionados 2% de Dairy-Lo™ em relação à massa básica na formulação do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo®HPX.

Caseinato de Cálcio

Foi utilizado o caseinato de cálcio alanate 385, produzido pela NZMP Limited, Edgecumbe, Bay of Plenty, Nova Zelândia, e fornecido pela Fonterra Brasil Ltda., São Paulo, São Paulo, Brasil. O caseinato de cálcio foi adicionado na concentração de 3% em relação ao produto final na formulação do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo®HPX. O caseinato de cálcio também foi empregado na formulação do requeijão cremoso sem adição de gordura controle na concentração de 1% em relação ao produto final.

Bióxido de Titânio

O bióxido de titânio empregado foi o da marca Synth, fornecido pela Merse Artigos para Laboratórios Ltda., Campinas, São Paulo, Brasil. Foram adicionados 0,13% de bióxido de titânio em relação ao produto final nas formulações de requeijão cremoso sem adição de gordura, com a função de branqueador.

Antiespumante

O antiespumante utilizado foi fornecido pela Gemacom Comércio e Serviços Ltda., Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Foram adicionados 40ppm de antiespumante em relação ao produto final nas formulações de requeijão cremoso sem adição de gordura.

Beneo®HPX

A fibra comercial Beneo®HPX (inulina) utilizada é produzida pela empresa Orafiti Group, Tienen, Bélgica, e foi fornecida pela Clariant S. A., São Paulo, São Paulo, Brasil. A fibra Beneo®HPX foi adicionada nas concentrações de 3,3 e 6,7% em relação ao produto final no requeijão cremoso light e no requeijão sem adição de gordura, totalizando quatro formulações com esta fibra.

Beneo®Synergy1

A fibra Beneo®Synergy1 (inulina e oligofrutose) é produzida pela Orafiti Group, Tienen, Bélgica, e foi fornecida pela Clariant S. A., São Paulo, São Paulo, Brasil. Foram adicionados 6,7% da fibra Beneo®Synergy1 em relação ao produto final no requeijão cremoso light e no requeijão sem adição de gordura, totalizando duas formulações com esta fibra.

Litesse®

A fibra Litesse® (polidextrose) foi fornecida pela Tovani Benzaquen Representações Ltda., São Paulo, São Paulo, Brasil, e é produzida pela Danisco Brasil Ltda., Cotia, São Paulo, Brasil. Foram adicionados 3,3% de Litesse® em relação ao produto final no requeijão cremoso light.

NutraFlora®

A fibra NutraFlora® (fruto-oligossacarídeo) foi fornecida pela Corn Products Brasil Ingredientes Industriais Ltda., Mogi Guaçu, São Paulo, Brasil. A fibra foi adicionada na concentração de 3,3% em relação ao produto final no requeijão cremoso light.

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, estado de São Paulo.

Os trabalhos práticos realizados em usina piloto foram divididos em experimentos preliminares e processamentos dos requeijões (em três etapas).

Definição das Formulações

Experimentos preliminares foram realizados para definir as formulações dos diferentes requeijões em estudo. O requeijão light controle deste trabalho foi desenvolvido por SILVA (2003) e também utilizado por GALLINA (2005) como controle no estudo de requeijão light UHT. O Quadro 3.1 apresenta um resumo da formulação de cada requeijão em estudo quanto ao tipo e à concentração de fibra.

Quadro 3.1 Formulações dos requeijões em relação ao tipo e à concentração de fibra.

Produto	Tipo de fibra	Concentração da fibra
Requeijão cremoso light com fibra	Beneo [®] HPX	3,3%
	Beneo [®] HPX	6,7%
	Beneo [®] Synergy1	6,7%
Requeijão cremoso sem adição de gordura controle	Sem adição	Sem adição
Requeijão cremoso sem adição de gordura com fibra	Beneo [®] HPX	3,3%
	Beneo [®] HPX	6,7%
	Beneo [®] Synergy1	6,7%
Requeijão cremoso light com fibra	Litesse [®]	3,3%
	NutraFlora [®]	3,3%

Foram definidas as formulações de requeijão cremoso light com a fibra Beneo[®]HPX em duas concentrações (3,3% e 6,7%). Também se definiu a formulação de requeijão light com 6,7% de Beneo[®]Synergy1. Nos experimentos

preliminares referentes aos requeijões sem adição de gordura, foram desenvolvidos o requeijão para ser utilizado como controle e os requeijões com fibra, sendo 3,3% e 6,7% de Beneo®HPX e 6,7% de Beneo®Synergy1. Experimentos preliminares também foram realizados para definir as formulações do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse® e do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora®.

Representação Esquemática dos Processamentos dos Requeijões

Os processamentos dos requeijões cremosos foram divididos em três etapas:

- **Primeira etapa:** processamento dos requeijões light com adição das fibras Beneo®HPX e Beneo®Synergy1 em triplicata, e análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais. A Figura 3.1 mostra a representação esquemática de cada processamento realizado nesta etapa.

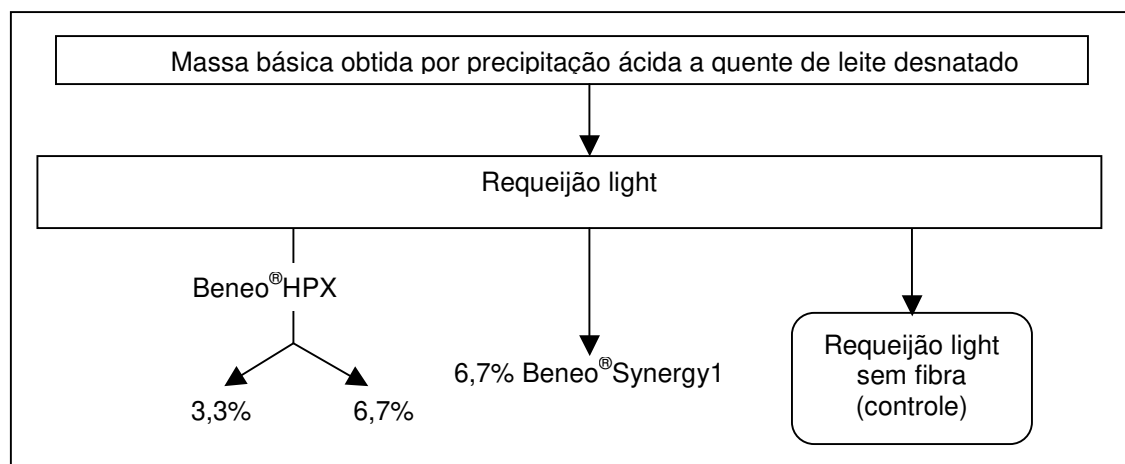


Figura 3.1 Representação esquemática das principais condições na fabricação de requeijão cremoso na primeira etapa do trabalho.

- **Segunda etapa:** processamento dos requeijões sem adição de gordura com adição das fibras Beneo®HPX e Beneo®Synergy1 em triplicata, e análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais. A Figura 3.2 mostra a representação esquemática de cada processamento realizado nesta etapa.

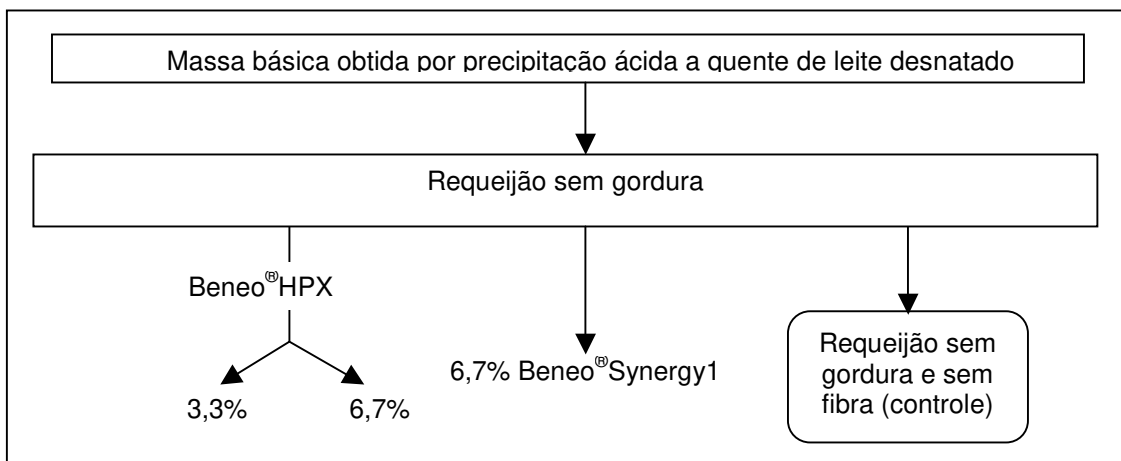


Figura 3.2 Representação esquemática das principais condições na fabricação de requeijão cremoso na segunda etapa do trabalho.

- **Terceira etapa:** processamento dos requeijões light com adição das fibras Litesse® e NutraFlora® em triplicata, e análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais. A Figura 3.3 mostra a representação esquemática de cada processamento realizado nesta etapa.

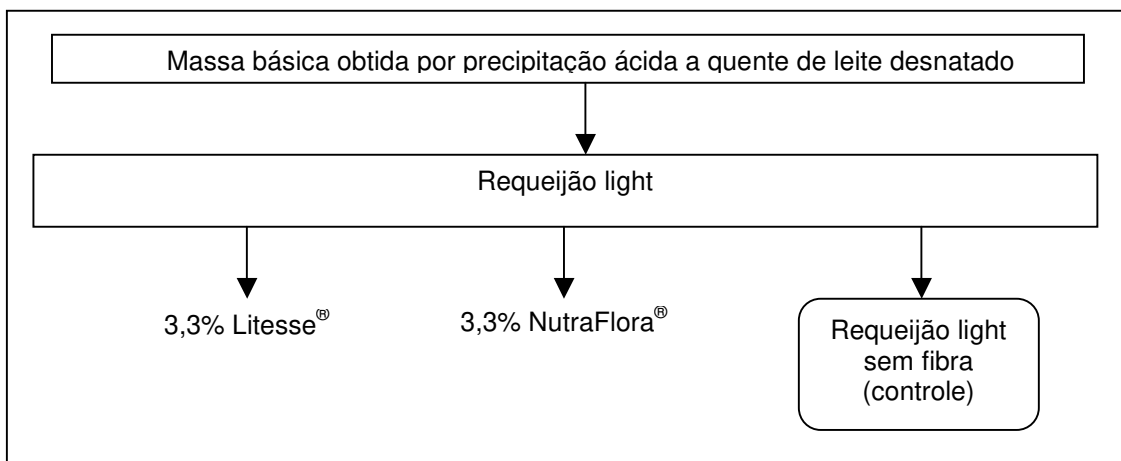


Figura 3.3 Representação esquemática das principais condições na fabricação de requeijão cremoso na terceira etapa do trabalho.

3.2.1.1. Definição das Concentrações de Fibras

O Quadro 3.2 apresenta a função de cada fibra na concentração em que foi utilizada. Na primeira etapa do trabalho, foram processados requeijões light com adição de 3,3 e 6,7% de Beneo® HPX, além de requeijão com 6,7% de Beneo® Synergy1. A concentração de 3,3% foi selecionada, pois, segundo

informações técnicas sobre o produto Beneo[®]HPX, o teor de inulina a ser utilizado como mimético de gordura consiste em 1/3 do valor da porcentagem de gordura que se deseja substituir, ou seja, 10% no caso do requeijão cremoso light (de 20% de gordura no requeijão tradicional para 10% de gordura no requeijão light). Sendo assim, obtém-se o valor aproximado de 3,3% de Beneo[®]HPX no produto final. Os 2/3 restantes são substituídos por água. Além disso, o requeijão contendo 3,3% de inulina também pode ser considerado fonte de fibra, segundo a Portaria n^o 27, de 13 de janeiro de 1998 (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2004).

Quadro 3.2 Função de cada fibra na concentração em que foi utilizada.

Produto	Fibra	Concentração	Função
Requeijão light	Beneo [®] HPX	3,3%	Substituto total de gordura e fonte de fibra
	Beneo [®] HPX	6,7%	Substituto total de gordura, prebiótico e rico em fibra
	Beneo [®] Synergy1	6,7%	Prebiótico, rico em fibra e aumento da absorção de cálcio
Requeijão sem adição de gordura	Beneo [®] HPX	3,3%	Substituto parcial de gordura e fonte de fibra
	Beneo [®] HPX	6,7%	Substituto total de gordura, prebiótico e rico em fibra
	Beneo [®] Synergy1	6,7%	Prebiótico, rico em fibra e aumento da absorção de cálcio
Requeijão light	Litesse [®]	3,3%	Fonte de fibra
	NutraFlora [®]	3,3%	Prebiótico e fonte de fibra

A Portaria n^o 27, de 13 de janeiro de 1998 estabelece que para um produto sólido ser considerado fonte de fibra é necessário que ele contenha um mínimo de 3 gramas de fibra/100 gramas do produto. Já para o produto ser considerado rico em fibra é necessário que ele contenha um mínimo de 6 gramas de fibra/100

gramas do produto (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2004).

A concentração de 6,7% foi selecionada com base na quantidade de fibra que deve ser ingerida por dia para que os produtos em questão sejam considerados ricos em fibras e também prebióticos. De acordo com dados de pesquisas, para que um alimento adicionado de Beneo[®]HPX e de Beneo[®]Synergy1 tenham o apelo de prebiótico, é necessário haver pelo menos 2 gramas da fibra na porção indicada para consumo. Esta mesma quantidade de fibra é indicada para que um alimento adicionado de Beneo[®]Synergy1 tenha o apelo de aumento da absorção de cálcio. Como a porção de requeijão cremoso indicada para consumo contém 30 gramas do produto, a concentração de 6,7% (ou aproximadamente 2 gramas de fibra por 30 gramas do produto final) de fibra atende esta exigência.

Na segunda etapa do trabalho, foram produzidos requeijões sem adição de gordura e com adição de 3,3 e 6,7% de Beneo[®]HPX, além de requeijão com 6,7% de Beneo[®]Synergy1. Segundo informações técnicas sobre a fibra Beneo[®]HPX, no requeijão sem gordura com 3,3% da fibra, apenas 10% da gordura seria substituída por Beneo[®]HPX. O valor restante de gordura seria substituído por concentrado de proteína de soro. Esta combinação visava permitir que mesmo com a redução de 20% de gordura (valor total do requeijão tradicional), apenas 3,3% de inulina fosse adicionada, resultando em um produto fonte de fibra e sem gordura. O requeijão sem gordura com adição de 6,7% de Beneo[®]HPX possuiria a quantidade de inulina equivalente a 1/3 do valor da porcentagem de gordura que se desejava substituir, ou seja, 6,7% da fibra substituem 20% de gordura.

Na terceira etapa do trabalho, foram produzidos requeijões light com 3,3% das fibras Litesse[®] e NutraFlora[®]. A concentração de 3,3% foi selecionada, pois, segundo pesquisas realizadas sobre o produto NutraFlora[®], é necessário o consumo de 1 grama por dia em um período de 4 semanas para que a população de bifidobactérias do intestino humano aumente em até 6 vezes. Como a porção de requeijão cremoso indicada para consumo contém 30 gramas do produto, a concentração de 3,3% (ou aproximadamente 1 grama de fibra por 30 gramas do

produto final) de fibra atenderá esta exigência. Além disso, o requeijão contendo 3,3% de fruto-oligossacarídeo também pode ser considerado fonte de fibra, segundo a Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2004).

Para efeito de comparação, no requeijão cremoso com adição de Litesse[®], a concentração utilizada foi também de 3,3%. Como o Litesse[®] possui 90% de fibra, o requeijão com 3,3% deste ingrediente terá o mínimo de fibra necessário para ser considerado um produto fonte de fibra, ou seja, 3,0% de fibra.

3.2.2. Códigos Utilizados para Identificação das Amostras de Requeijão Cremoso

O Quadro 3.3 apresenta os códigos utilizados para identificação das amostras de requeijão. O requeijão cremoso light controle (RCC) foi utilizado nas etapas 1 e 3, ou seja, nos processamentos 1, 2 e 3; e 7, 8 e 9.

Quadro 3.3 Códigos utilizados para identificação das amostras de requeijão.

Produto	Código	% e tipo de fibra	Processamentos
	RCC	Sem adição	1, 2 e 3 (etapa 1) e 7, 8 e 9 (etapa 3)
Requeijão light	RCF1	3,3% de Beneo [®] HPX	1, 2 e 3
	RCF2	6,7% de Beneo [®] HPX	1, 2 e 3
	RCF3	6,7% de Beneo [®] Synergy1	1, 2 e 3
	RCF4	3,3% de Litesse [®]	7, 8 e 9
	RCF5	3,3% de NutraFlora [®]	7, 8 e 9
	RZC	Sem adição	4, 5 e 6
Requeijão sem adição de gordura	RZF1	3,3% de Beneo [®] HPX	4, 5 e 6
	RZF2	6,7% de Beneo [®] HPX	4, 5 e 6
	RZF3	6,7% de Beneo [®] Synergy1	4, 5 e 6

3.2.3. Síntese de Desenvolvimento do Trabalho

O Quadro 3.4 apresenta a síntese do desenvolvimento deste trabalho. Nas etapas 1 e 3 foram processados requeijões light, e na etapa 2, requeijões sem adição de gordura.

Quadro 3.4 Desenvolvimento das 3 etapas do trabalho.

Etapas	Processamentos	Requeijões	Fibra	Marca Comercial
Etapa 1	1, 2 e 3	RCC, RCF1, RCF2 e RCF3	Inulina; inulina e oligofrutose	Beneo [®] HPX e Beneo [®] Synergy1
Etapa 2	4, 5 e 6	RZC, RZF1, RZF2 e RZF3	Inulina; inulina e oligofrutose	Beneo [®] HPX e Beneo [®] Synergy1
Etapa 3	7, 8 e 9	RCC, RCF4 e RCF5	Polidextrose; fruto-oligossacarídeo	Litesse [®] e NutraFlora [®]

3.2.4. Tecnologia de Fabricação

3.2.4.1. Preparo da Massa Básica por Acidificação Direta a Quente

Os requeijões foram processados utilizando massa obtida por acidificação direta a quente de acordo com tecnologia desenvolvida por FERNANDES e MARTINS (1980). O leite tipo B desnatado foi aquecido a aproximadamente 70°C e sua precipitação foi feita pela adição de 0,28% de ácido láctico diluído na proporção de 1:10 em água deionizada. Agitou-se e deixou-se em repouso por 10 minutos para firmar a massa. Em seguida, a massa foi dessorada, colocada em formas e prensada em prensa pneumática por aproximadamente 40 minutos cada lado, utilizando-se a pressão de 2,5-3,0 kgf/cm².

3.2.4.2. Processo de Fabricação dos Requeijões Cremosos

Nas três etapas do trabalho, foi utilizada a mesma tecnologia de fabricação, com pequenas modificações definidas nos experimentos preliminares e referentes aos ingredientes e à composição centesimal dos requeijões.

O fluxograma de fabricação do requeijão é apresentado pela Figura 3.4.

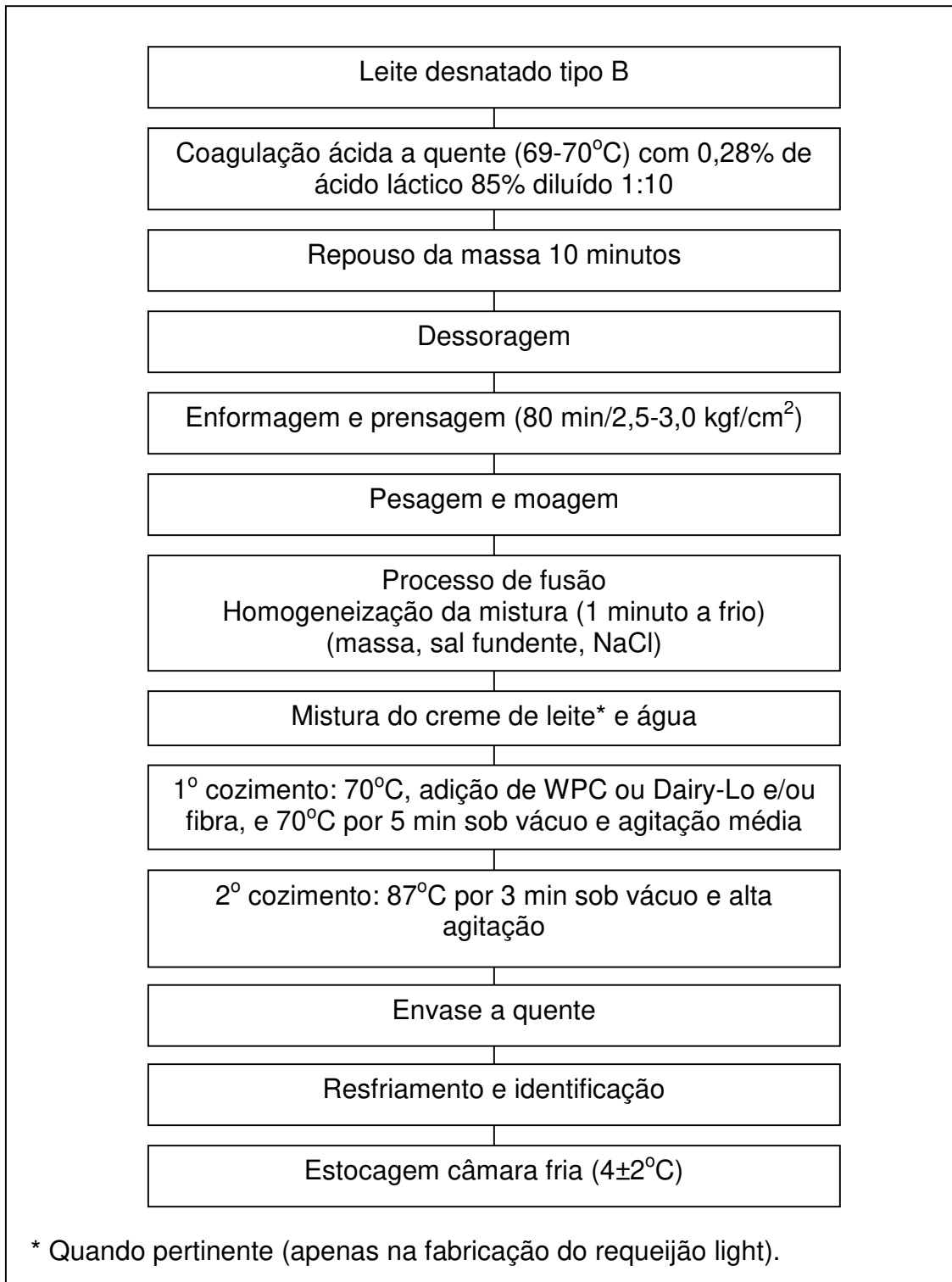


Figura 3.4. Fluxograma do procedimento de fabricação do requeijão cremoso com massa obtida por acidificação direta a quente.

Após a realização das análises físico-químicas necessárias (EST e gordura) da massa e do creme de leite, foram feitos os cálculos das quantidades de água e de gordura a serem adicionadas para obtenção do requeijão cremoso light com 10% de gordura e com o EST no valor previamente determinado e, conseqüentemente, com o valor de gordura no extrato seco (GES) também variável. O cálculo do requeijão cremoso light controle foi realizado para obtenção de um produto com 32% de EST e 33 % de GES. No requeijão cremoso sem adição de gordura, não foi realizada a adição de creme de leite. Portanto, as análises necessárias foram feitas somente na massa. A partir do valor de EST da massa, foram realizados os cálculos para determinação da quantidade de água a ser adicionada.

Apesar da variação em relação aos ingredientes, todos os requeijões foram fabricados seguindo um mesmo procedimento de processo. Em máquina Stephan UMM-SK 40E, a massa básica foi triturada e misturada a frio com o sal fundente e o NaCl por um minuto. Em seguida, adicionou-se a água, sendo o creme de leite adicionado somente na fabricação do requeijão light. Para os requeijões adicionados de caseinato de cálcio, nesta etapa também foi acrescentado este ingrediente.

Sob vácuo e agitação, a temperatura foi elevada até 70°C. Na temperatura de 70°C, foram adicionados os demais ingredientes, ou seja, WPC ou Dairy-Lo™ e/ou fibra. No caso do requeijão sem gordura, nesta etapa também foram adicionados o branqueador e o antiespumante.

O 1º cozimento foi finalizado mantendo-se a temperatura a 70°C por 5 minutos, sob vácuo e agitação. Em seguida, a temperatura foi elevada a 87°C e mantida nesta temperatura por 3 minutos sob vácuo e alta velocidade (2º cozimento).

Após o 2º cozimento, o ponto de massa foi obtido e o requeijão foi envasado a quente, sendo colocado em copos de vidro e fechado a vácuo, com a tampa abre-fácil. Os copos foram resfriados em água à temperatura ambiente, e a seguir foram identificados e armazenados em câmara fria a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. A Figura 3.5 apresenta etapas da fabricação dos requeijões.

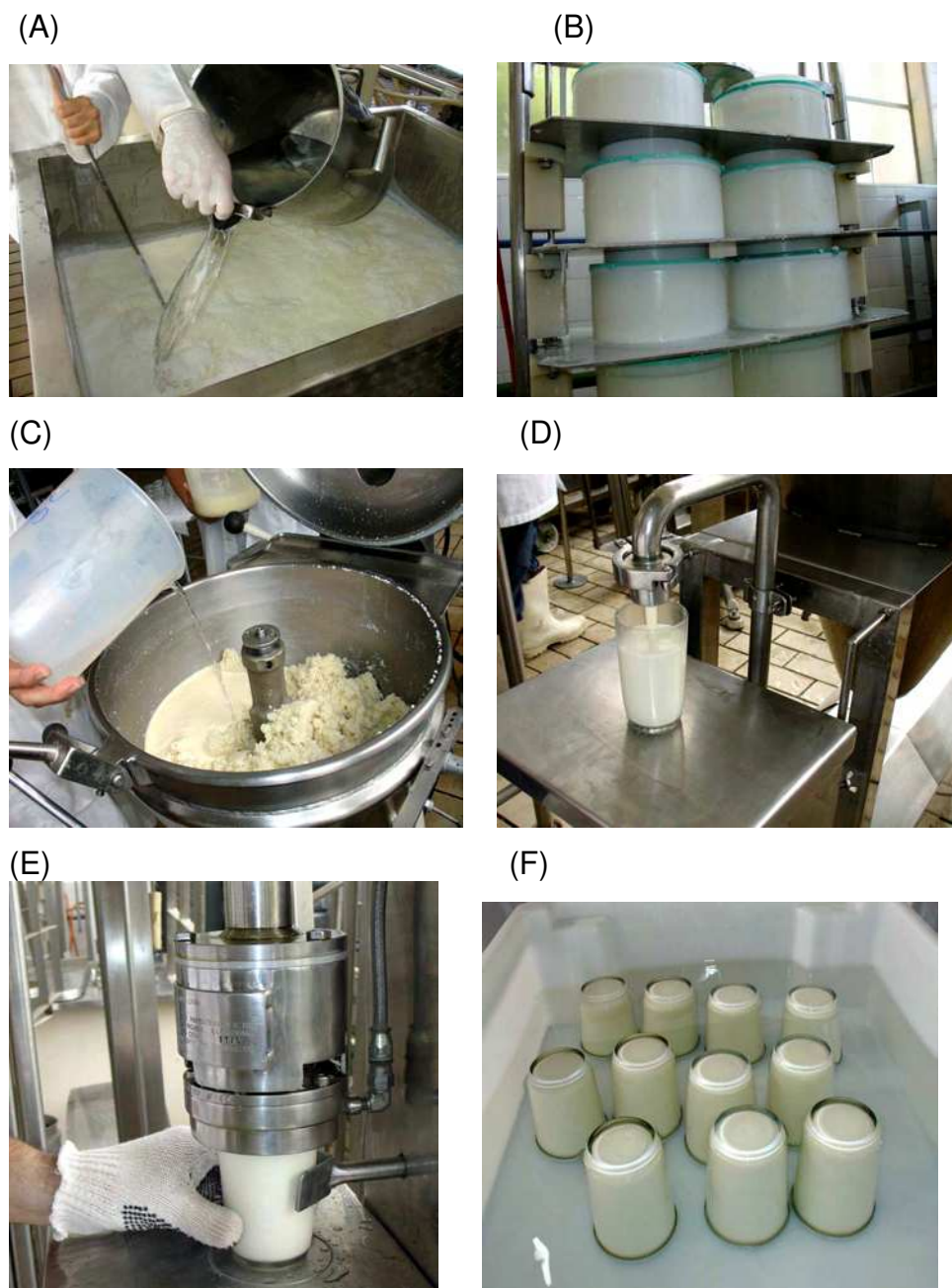


Figura 3.5. Coagulação do leite a quente com ácido láctico (A), prensagem da massa básica (B), mistura de ingredientes (água e creme de leite) (C), enchimento (D), fechamento do copo – sistema vácuo com tampa abre-fácil – máquina Rojek (E), resfriamento em água à temperatura ambiente (F).

3.2.4.3. Cálculo das Formulações

Na fabricação dos requeijões light utilizou-se o creme de leite contendo em média 66% de gordura e 68% de extrato seco total (EST). Foram feitos os cálculos para obtenção de um requeijão com 33% de gordura no extrato seco (GES) e 32%

de EST. As quantidades a serem adicionadas de creme de leite e água na fabricação do requeijão light controle 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 (33%)

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 por meio da fórmula acima a quantidade de gordura a ser acrescentada. Sabendo-se o teor de gordura no creme de leite utilizado, 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 32% de EST, tem-se:

100 kg produto ----- 32 kg EST

X kg produto ----- ESM kg EST

$X=P$ kg de produto

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

Os cálculos dos demais ingredientes foram realizados conforme descrito no item 3.1.3.

Os cálculos das demais formulações de requeijão foram feitos por meio de Balanço de Massa de extrato seco total e por Balanço de Massa de gordura, no caso do requeijão light com fibra. Nos Quadros 3.5 a 3.9 são apresentadas as

quantidades de matéria-prima e ingredientes utilizados em todos os processos de fabricação dos requeijões (processamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9).

Quadro 3.5. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light com adição de fibra referente à primeira etapa do trabalho – controle (RCC) e requeijão com 3,3% de Beneo®HPX (RCF1) - processamentos 1, 2 e 3.

Ingredientes	RCC			RCF1		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Massa básica (kg)	12,52	11,84	15,00	8,86	8,00	7,70
Creme de leite (kg)	4,40	3,90	4,98	3,02	3,17	2,74
Água (kg)	11,10	10,14	12,36	7,53	8,12	6,06
WPC (kg)	0,250	0,240	0,300	—	—	—
Joha S9 (kg)	0,225	0,220	0,270	0,159	0,140	0,139
NaCl (kg)	0,250	0,240	0,300	0,177	0,160	0,154
Fibra (kg)	—	—	—	0,674	0,740	0,624

Quadro 3.6. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light com adição de fibra referente à primeira etapa do trabalho - requeijão com 6,7% de Beneo®HPX (RCF2) e com 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3) - processamentos 1, 2 e 3.

Ingredientes	RCF2			RCF3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Massa básica (kg)	6,34	6,50	5,20	8,51	7,25	7,2
Creme de leite (kg)	3,50	3,37	2,72	3,24	3,27	2,73
Água (kg)	9,43	9,22	6,70	7,70	8,56	5,25
WPC (kg)	—	—	—	0,170	0,150	0,144
Dairy-Lo (kg)	0,127	0,130	0,104	—	—	—
Joha S9 (kg)	0,114	0,120	0,094	0,153	0,130	0,130
NaCl (kg)	0,127	0,130	0,104	0,170	0,150	0,144
Fibra (kg)	1,588	1,590	1,256	1,469	1,540	1,264
Caseinato (kg)	0,474	0,710	0,562	—	—	—

Quadro 3.7. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso sem gordura com adição de fibra referente à segunda etapa do trabalho - controle (RZC) e requeijão com 3,3% de Beneo®HPX (RZF1) - processamentos 4, 5 e 6.

Ingredientes	RZC			RZF1		
	P4	P5	P6	P4	P5	P6
Massa básica (kg)	12,00	8,35	5,00	7,40	7,80	8,50
Água (kg)	13,07	7,86	4,72	4,76	6,08	6,82
WPC (kg)	0,480	0,334	0,200	0,148	0,156	0,170
Joha S9 (kg)	0,216	0,150	0,090	0,133	0,140	0,153
Branqueador	0,034	0,022	0,013	0,020	0,022	0,024
NaCl (kg)	0,216	0,150	0,090	0,133	0,140	0,153
Fibra (kg)	—	—	—	0,498	0,558	0,608
Caseinato (kg)	0,263	0,170	0,102	—	—	—
Antiespumante	—	—	0,00041	—	—	0,00074

Quadro 3.8. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso sem gordura com adição de fibra referente à segunda etapa do trabalho - requeijão com 6,7% de Beneo®HPX (RZF2) e com 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3) - processamentos 4, 5 e 6.

Ingredientes	RZF2			RZF3		
	P4	P5	P6	P4	P5	P6
Massa básica (kg)	9,00	6,70	7,20	9,50	6,50	6,90
Água (kg)	8,48	5,20	5,95	9,75	5,63	6,12
WPC (kg)	0,180	0,134	0,144	0,380	0,260	0,276
Joha S9 (kg)	0,162	0,121	0,130	0,171	0,117	0,124
Branqueador	0,279	0,0202	0,0217	0,0307	0,020	0,022
NaCl (kg)	0,162	0,121	0,130	0,171	0,117	0,124
Fibra (kg)	1,437	1,0400	1,119	1,580	1,052	1,118
Antiespumante	—	—	0,00067	—	—	0,00067

Quadro 3.9. Quantidades calculadas de matéria-prima e ingredientes utilizados na fabricação do requeijão cremoso light com adição de fibra referente à terceira etapa do trabalho - controle (RCC), requeijão com 3,3% de Litesse® (RCF4) e requeijão com 3,3% de Litesse® (RCF5) - processamentos 7, 8 e 9.

Ingredientes	RCC			RCF4			RCF5		
	P7	P8	P9	P7	P8	P9	P7	P8	P9
Massa básica (kg)	6,50	5,80	16,00	5,50	5,80	8,50	5,50	5,80	8,00
Creme de leite (kg)	2,44	2,30	3,18	2,40	2,23	2,84	2,40	2,36	2,83
Água (kg)	3,75	4,65	7,60	2,32	3,59	4,66	2,32	4,25	5,09
WPC (kg)	0,130	0,116	0,32	0,110	0,116	0,170	0,110	0,116	0,160
Joha S9 (kg)	0,117	0,104	0,288	0,099	0,104	0,153	0,099	0,104	0,144
NaCl (kg)	0,130	0,116	0,32	0,110	0,116	0,170	0,110	0,116	0,160
Fibra (kg)	—	—	—	0,428	0,476	0,631	0,428	0,503	0,627

3.3. Determinações Analíticas

3.3.1. Procedimento de Amostragem em Diferentes Etapas de Fabricação

Na fabricação da massa básica, em cada processamento realizado, o leite cru desnatado foi misturado no tanque de coagulação e aquecido. Quando o leite atingiu a temperatura de 20°C, foram retiradas amostras em frascos de vidro para análises físico-químicas. Na temperatura de 70°C, imediatamente antes da coagulação, foram retiradas amostras para análises microbiológicas. Durante o processo de dessoragem da massa, foram coletadas amostras de soro para análises físico-químicas. A massa foi prensada, triturada e homogeneizada. Em seguida foram coletadas amostras da massa em frascos de vidro para as análises físico-químicas e em embalagens plásticas estéreis para as análises microbiológicas. Amostras de creme de leite foram retiradas antes de sua pesagem para a fabricação dos requeijões.

As primeiras análises do requeijão cremoso foram feitas após 1 dia de armazenamento em câmara fria a 4±2°C. Para as análises físico-químicas foram retirados três copos de cada amostra, misturados em um béquer e colocados em frascos de vidro com tampa plástica. As análises físico-químicas foram realizadas durante o período de 90 dias (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento).

Dois copos de cada amostra de requeijão cremoso foram utilizados para as análises microbiológicas, que foram realizadas nos períodos de 1, 30, 60, e 90 dias de estocagem. Para as análises de perfil de textura e de cor, foram avaliados três copos de cada amostra de requeijão após 1, 30, 60, e 90 dias de estocagem. Amostras dos requeijões foram utilizadas após 15 dias do processamento para Teste de Aceitabilidade. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi realizada após 1 ou 2 dias de armazenamento. Os copos de requeijão destinados ao estudo de vida-de-prateleira (*shelf-life*) dos produtos foram armazenados à temperatura de 10°C. A análise foi efetuada após 1, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento.

Amostras de todas as formulações de requeijão cremoso foram coletadas e submetidas às análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM) e de Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM) para avaliação da microestrutura dos requeijões. As análises de SEM nos requeijões light foram realizadas após 60 dias de fabricação dos produtos. Os requeijões sem adição de gordura foram analisados após 90 dias de estocagem. Já para a análise de TEM, os requeijões light foram analisados após 210 dias, e os requeijões sem gordura, após 240 dias de estocagem. A microscopia eletrônica de transmissão foi incluída no grupo de análises realizadas neste trabalho somente após o período de estocagem citado.

Todas as formulações de requeijão cremoso com adição de fibra foram submetidas à análise de quantificação de fibra. A amostra de requeijão light contendo 3,3% de Litesse® e a amostra com 3,3% de NutraFlora® foram analisadas após 60 dias de armazenamento. As amostras de requeijão cremoso light com 3,3 e 6,7% de Beneo®HPX e 6,7% de Beneo®Synergy1 foram analisadas após 120 dias de armazenamento. O requeijão cremoso sem gordura com 3,3% de Beneo®HPX foi analisado após 150 dias, já as amostras com 6,7% de Beneo®HPX e 6,7% de Beneo®Synergy1 foram analisadas após 240 dias de estocagem. Houve a oportunidade de realização desta análise somente após o longo período de estocagem de algumas amostras.

A Figura 3.6 apresenta um fluxograma para facilitar a visualização dos procedimentos de amostragem e das análises efetuadas.

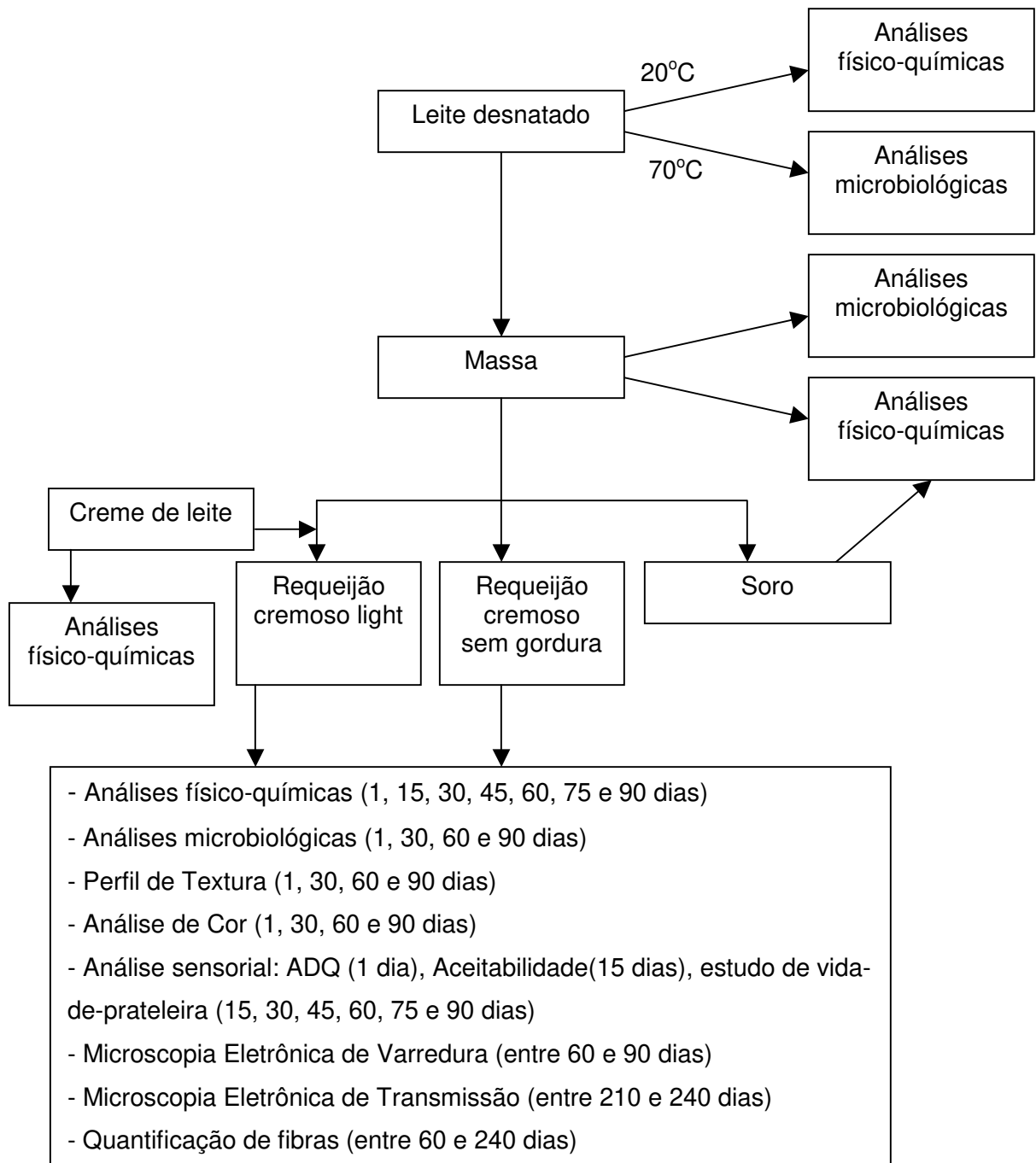


Figura 3.6. Fluxograma de análises realizadas durante o projeto.

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 desnatado, o soro e o creme de leite foram analisados quanto ao pH, acidez titulável, teor de gordura e extrato seco total. O leite também foi analisado quanto à densidade e nitrogênio total. As massas obtidas por acidificação direta foram submetidas às seguintes análises físicas e químicas: pH, extrato seco total, gordura, nitrogênio total e cinzas.

Todos os requeijões processados foram submetidos às seguintes análises físicas e químicas para caracterização do produto recém-fabricado (um a dois dias após a fabricação): 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 e minerais (cálcio, fósforo, magnésio e sódio). O acompanhamento da estocagem dos produtos foi feito por meio de análises periódicas (após 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de estocagem) das amostras. Foram realizadas as seguintes análises físicas e químicas: pH, acidez titulável, extrato seco total, gordura, gordura no extrato seco, nitrogênio total e nitrogênio solúvel em pH 4,6.

3.3.2.1. Métodos das Análises Físicas e Químicas

pH

O pH das amostras foi determinado diretamente na amostra de requeijão por meio de um potenciômetro digital (MICRONAL B-375) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Acidez titulável

A determinação da acidez titulável presente no leite desnatado e no soro foi determinada 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

O teor de extrato seco total (EST) das amostras foi determinado pelo método de secagem das amostras trituradas em 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 de soro foi utilizado o método de Gerber; para as amostras de creme de leite o método de Köehler (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Para a determinação de gordura dos requeijões light e sem adição de gordura, foi utilizada uma adaptação do método de Mojonnier (SILVA et al., 2002) a partir do método oficial preconizado pela AOAC (1997). Nesta adaptação foi feita digestão ácida a quente utilizando ácido clorídrico 50% e banho fervente por aproximadamente 20 minutos. A partir daí, seguiu-se o método oficial mudando-se apenas o volume dos éteres na segunda extração e utilizando o álcool também na terceira extração.

Cinzas

As cinzas das amostras foram determinadas em mufla regulada para temperatura em torno de $550 \pm 5^\circ\text{C}$ (HORWITZ, 2005a).

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 (HORWITZ, 2005a).

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, AMARIGLIO e PETRANSXIENE, 1973).

Nitrogênio total

O teor de nitrogênio total (NT) 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

O teor de nitrogênio solúvel (NS) das amostras foi determinado pela dosagem do nitrogênio no sobrenadante obtido após precipitação isoelétrica das caseínas utilizando HCl 1,41N (VAKALERIS e PRICE, 1959).

Nitrogênio não-protéico (Nitrogênio solúvel em TCA 12%)

O teor de nitrogênio não-protéico (NNP) 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 e DREWRY (1959).

Índice de Extensão de Proteólise

O índice de extensão de proteólise (IEP) foi calculado pela fórmula:

$$\text{IEP} = (\text{NS}/\text{NT}) \times 100$$

Gordura no extrato seco

O teor de gordura no extrato seco (GES) foi calculado pela fórmula:

$$\text{GES} = \frac{(\% \text{ de gordura})}{\% \text{ E.S.T.}} \times 100$$

Fibras

No caso dos requeijões com Beneo[®]HPX (inulina), Beneo[®]Synergy1 (inulina e oligossacarídeo) e NutraFlora[®] (fruto-oligossacarídeo), o teor de fibras foi determinado de acordo com HORWITZ (2005b) por meio da utilização do kit K-FRUCHK, da empresa Megazyme International Ireland Limited, Bray, Co. Wicklow, Irlanda, indicado para determinação de fruto-oligossacarídeo. Por sua vez, a fibra Litesse[®] (polidextrose) foi determinada na amostra de requeijão light de acordo com HORWITZ (2005b); HORWITZ (2000); e PROSCKY et al. (1984). A análise de fibras foi realizada no Centro de Química do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL.

Carboidrato

O teor de carboidrato foi determinado por diferença de acordo com a fórmula:

$$\text{Carboidrato} = [100 - (\% \text{umidade} + \% \text{cinzas} + \% \text{proteína} + \% \text{gordura} + \% \text{fibras})]$$

Valor Calórico

O valor calórico, expresso em kcal por 100 gramas, foi calculado pela fórmula (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1963; KALIL, 1975; PASSMORE et al., 1975 apud SILVA, 2003):

$$V C = (\%PT \times 4) + (\% \text{carboidrato} \times 4) + (\% \text{gordura} \times 9)$$

3.3.3. Análises Microbiológicas

As amostras de leite desnatado aquecido a aproximadamente 70°C, da massa e do requeijão cremoso light e sem adição de gordura após 1 dia de fabricação foram submetidas às seguintes análises microbiológicas: contagem de

bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas, contagem de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas, bolores e leveduras, coliformes totais e coliformes fecais. Durante o período de estocagem (30, 60 e 90 dias) do requeijão cremoso, as seguintes análises foram realizadas: contagem de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas, contagem de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas.

A contagem de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas foi avaliada pelo método de plaqueamento em profundidade com Ágar Padrão para Contagem (PCA) adicionado de 0,1% de amido solúvel. A incubação das placas foi realizada a 32°C durante 48 horas (FRANK et al., 1992).

A contagem de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas foi determinada pela técnica do número mais provável (NMP) em leite desnatado a 10%. 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 e SIVELÄ, 1990).

A presença de coliformes totais foi determinada pela técnica do número mais provável (NMP), utilizando caldo lauril sulfato triptose (LST) 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-se 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 Durhan 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 confirma a presença de *E. coli*.

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) e VAN DENDER et al. (2005), adaptado para utilização do Texturômetro Universal TA-XT2 (Texture Profile Analyser – 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: firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade. As amostras de todos os requeijões processados foram analisadas após um dia de processamento, 30, 60 e 90 dias de estocagem.

A Figura 3.7 apresenta o equipamento utilizado com uma amostra de requeijão cremoso sendo analisada. 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 10-11°C.



Figura 3.7 Equipamento utilizado para a análise de perfil de textura com amostra de requeijão sendo analisada.

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

- Velocidade pré-teste: 2,0 mm/s
- Velocidade do teste: 2,0 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).

3.3.5. Análise Sensorial

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

A análise sensorial neste estudo consistiu da aplicação de testes com consumidores visando à avaliação da aceitabilidade dos produtos processados em comparação com produtos do mercado, e da aplicação da técnica de análise descritiva quantitativa (ADQ) para a caracterização dos produtos desenvolvidos e acompanhamento da qualidade sensorial das amostras durante a estocagem. Foram avaliadas as seguintes amostras:

- **Requeijão light com adição de Beneo®HPX e de Beneo®Synergy1:** referência (RCC) e com adição de fibras, sendo 3,3% de Beneo®HPX (RCF1), 6,7% da mesma fibra (RCF2) e 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3), após 1, 15, 30, 60, 75 e 90 dias de estocagem, relativas ao processamento 2. A avaliação da aceitabilidade realizada foi relativa ao processamento 3.

- **Requeijão sem adição de gordura com adição de Beneo®HPX e de Beneo®Synergy1:** referência (RZC) e com adição de fibras, sendo 3,3% de Beneo®HPX (RZF1), 6,7% da mesma fibra (RZF2) e 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3), após 1, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de estocagem, relativas ao processamento 6. Na avaliação da aceitabilidade, foi realizada comparação com uma amostra comercial de requeijão sem gordura, com data de fabricação 15/07/06 e validade 15/01/07.

- **Requeijão light com adição de Litesse® e de NutraFlora®:** referência (RCC) e com adição de fibras, sendo 3,3% de Litesse® (RCF4) e 3,3% de NutraFlora® (RCF5), após 1, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de estocagem, relativas ao processamento 9. Na avaliação da aceitabilidade, foi realizada comparação com

uma amostra comercial de requeijão light, com data de fabricação 08/03/07 e validade 08/09/07.

3.3.5.1. Teste de Aceitabilidade

Foram recrutados 50 consumidores de requeijão, sem restrições quanto ao sexo, idade ou classe social. As amostras foram avaliadas quanto à aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor, por meio de escalas hedônicas de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo), solicitando-se a descrição do que o provador gostou e desgostou em cada amostra e indicação da intenção de compra por meio de escala de cinco pontos (5 = certamente compraria, 3 = talvez sim, talvez não compraria e 1 = certamente não compraria), conforme modelo de ficha apresentado na Figura 3.8 (MEILGAARD et al, 1999).

As amostras foram avaliadas de forma monádica seqüencial segundo um delineamento de blocos completos casualizados em relação à ordem de apresentação das amostras, sendo servidas em copos descartáveis brancos de 50 ml acompanhados de colher, espátula e uma fatia de pão branco sem casca para passar o requeijão. Foi oferecida água mineral natural para uso antes e entre as amostras visando limpar o palato.

O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five versão 4.6* para coleta e análise dos dados. Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância para a fonte de variação “amostras” e ao teste de Tukey para comparação de médias.

Além das questões relacionadas à avaliação dos produtos, os consumidores responderam a questões sobre hábitos de consumo de requeijão e características pessoais relacionadas à idade e definição de classe social segundo o critério de classificação econômica Brasil (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE PESQUISA, 2002). O questionário utilizado no teste de aceitabilidade é apresentado na Figura 3.8.

AVALIAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO LIGHT

Nome: _____ Produto: **345**

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

Você receberá QUATRO amostras de requeijão cremoso LIGHT, uma de cada vez, além de água mineral para usar entre as amostras para limpar a boca.

Entre as amostras que você irá experimentar, há produtos desenvolvidos com fibra alimentar de função prebiótica (nutre e auxilia o funcionamento intestinal).

Cada amostra será acompanhada de uma fatia de pão e de espátula. Para avaliar, espalhe o requeijão sobre o pão, prove e responda as questões a seguir.

1. Indique o quanto você gostou da **APARÊNCIA** do produto:

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

2. Indique o quanto você gostou do **AROMA** do produto:

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

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

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

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

Mais gostei:

Menos gostei

6. Por favor, indique qual seria sua atitude em relação à compra do produto que acabou de experimentar:

Certamente compraria	Provavelmente compraria	Talvez sim, talvez não compraria	Provavelmente não compraria	Certamente não compraria
()	()	()	()	()

Figura 3.8. Questionário utilizado no teste de aceitabilidade.

3.3.5.2. Análise Descritiva Quantitativa

Para análise descritiva quantitativa formou-se uma equipe de julgadores, previamente selecionados, que demonstraram interesse em participar do processo de treinamento e seleção associado à análise descritiva, bem como a disponibilidade de participar no mínimo em 80% das fases de trabalho, além de apreciarem o produto de interesse.

A seleção prévia dos julgadores consistiu das seguintes etapas:

- verificação por meio de questionário de auto-preenchimento quanto à apresentação de boas condições de saúde de um modo geral, não existência de deficiências físicas ou fisiológicas que limitem sua percepção sensorial, habilidade em responder a questões verbais de forma adequada e clara e respostas corretas às questões de expressão de proporcionalidade através de escalas não estruturadas;

- demonstração de acuidade sensorial por meio de estímulos relativos a quatro gostos básicos, quais sejam, doce, amargo, ácido e salgado;

- demonstração de habilidade em detectar e descrever as características sensoriais de série de amostras com características distintas (série de aromas), solicitando-se a descrição das percepções sensoriais presentes sob o aspecto qualitativo;

- demonstração de habilidade em detectar e descrever diferenças de intensidade sob o aspecto quantitativo em soluções com diferentes intensidades dos gostos doce e ácido através de escalas não estruturadas.

Desenvolvimento da terminologia descritiva

Visando a definição dos atributos sensoriais relevantes à realização de análise descritiva quantitativa (ADQ) das amostras, foi aplicado o método de rede (MOSKOWITZ, 1983; MEILGAARD et al, 1999) na avaliação de diferenças e similaridades entre as amostras pela equipe de julgadores formada. Neste método as amostras são comparadas aos pares quanto a diferenças e similaridades, com relação a atributos de aparência, aroma, textura/sensação na boca e sabor. Após avaliação individual foi conduzida uma sessão de discussão em grupo para

definição dos atributos de maior importância para evidenciar as características sensoriais do produto de forma consensual e definição da ficha de avaliação.

Treinamento da equipe para ADQ

Foram conduzidas sessões de discussão em grupo com a equipe para validação dos termos sensoriais, verificação da compreensão do significado de cada um dos atributos e definição do glossário de termos, definição dos atributos que melhor caracterizam as diferenças entre as amostras recém-produzidas, com e sem adição de fibras e envelhecidas. As amostras envelhecidas já apresentavam alguns atributos de perda de qualidade. O treinamento da equipe incluiu conhecer e definir termos para estes atributos a fim de possibilitar o acompanhamento da qualidade sensorial das amostras durante a estocagem.

As seguintes amostras foram utilizadas para o treinamento da equipe de provadores:

- amostras recém-produzidas: requeijões cremosos sem gordura controle (RZC), com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% da mesma fibra (RZF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3);

- amostras envelhecidas: com 5 meses desde a produção, sendo requeijões cremosos sem gordura controle (RZC), com 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2) e com 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3); com 3 meses desde a produção, sendo requeijão sem gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1).

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 em estudo.

Avaliação do desempenho da equipe para ADQ

Para a validação da equipe de provadores foram utilizadas as seguintes amostras:

- amostras recém-produzidas: os requeijões cremosos sem gordura controle (RZC), com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), e 6,7% da mesma fibra (RZF2);
- amostra envelhecida: requeijão cremoso sem gordura com 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3) com 5 meses desde a produção.

Após o treinamento, cada julgador avaliou as quatro amostras de requeijão, em triplicata, segundo os termos descritivos (atributos sensoriais) definidos em etapa anterior.

Em todos os testes foram utilizadas cabines individuais, com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes, equipadas com o sistema *Compusense Five* versão 4.6 para coleta dos dados.

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 avaliar o poder de discriminação e a repetibilidade de cada candidato, aplicou-se uma análise de variância de dois fatores (amostras e repetições) aos dados de cada provador para cada um dos atributos avaliados na etapa de validação da equipe (MEILGAARD et al, 1999). 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 é desejável que não haja 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 50% para o fator amostras no mínimo em 50% dos atributos.

O consenso da equipe foi avaliado pela comparação das médias de cada provador com as médias da equipe para cada atributo. Além disso, efetuou-se análise de variância para cada atributo para as fontes de variação “amostras”, “provador” e “interação amostra *versus* provador”. Valores da estatística F para a interação amostra *versus* provador significativos ao nível de erro de 5%, indicam que há pelo menos um provador avaliando as amostras de forma não consensual

com a equipe. A identificação dos julgadores que provocam a interação bem como a avaliação quanto à gravidade da interação, foi efetuada por meio de gráficos para cada atributo das médias de cada provador para cada amostra, sendo que as curvas relativas aos provadores inconsistentes, com interação grave, apresentam tendência oposta aos demais membros da equipe. Para cada atributo, valores da estatística F para a fonte de variação “amostras” significativos ao nível de erro de 5% indicam que a equipe como um todo foi capaz de detectar diferenças significativas entre as amostras, diferenças estas identificadas por meio do Teste de Tukey para comparação entre as médias.

A técnica de análise estatística multivariada de componentes principais foi aplicada aos dados, obtendo-se a configuração das amostras após a seleção da equipe.

Análise descritiva quantitativa

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 12 julgadores, fazendo uso de escala não estruturada de 10 cm para avaliação das características de aparência (cor branco-creme, cor amarelada, lisura, brilho), aroma (característico de requeijão, queijo maturado, estranho), textura não oral (consistência, fluidez e espalhabilidade), textura oral (consistência, grudento e arenosidade) e sabor/gosto (característico de requeijão, fibra, adocicado, salgado, ácido, amargo, oxidado e estranho).

As análises foram realizadas individualmente, em cabines com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five* versão 4.6 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 em torno de 10°C em copos descartáveis na quantidade de 40 g por provador, acompanhados de pão branco sem casca, colher descartável e espátula de aço inoxidável.

Para comparação entre as amostras, os dados foram submetidos à análise de variância e Teste de Dunnett para comparação entre as médias relativas a cada atributo a cada avaliação periódica durante a estocagem.

Análise estatística

As análises estatísticas descritas foram efetuadas utilizando-se o programa Statistica (STATISTICA, 1995).

3.3.6. Microscopia Eletrônica

Para a determinação da microestrutura dos requeijões foram realizadas análises de microscopia eletrônica de varredura (SEM) e de microscopia eletrônica de transmissão (TEM).

3.3.6.1. Microscopia Eletrônica de Varredura

A preparação das amostras seguiu a adaptação do método descrito por MARCHESSEAU et al. (1997) feita por GALLINA (2005) e GALLINA e VAN DENDER (2006). As amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% em tampão fosfato (PO_4) de sódio 0,1M pH 7,20 durante 4 horas à temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram cortadas com auxílio de uma lâmina e colocadas em novo fixador com tampão fosfato por 9 horas à temperatura ambiente, foram lavadas com tampão fosfato e pós-fixadas com tetróxido de ósmio (OsO_4) 1% em fosfato 0,1M por 8 horas. As amostras foram desidratadas em uma série alcoólica (etanol 90, 95 e 100%) e em acetona 100%, sendo secas em ponto crítico com CO_2 no equipamento Critical Point Dryer – modelo CPD 030. Posteriormente, as amostras foram fraturadas e colocadas em “stubs” de alumínio com cola de prata coloidal, metalizadas com ouro (40 mA) no aparelho Sputter Coater SCD 050 por 240 segundos e examinadas em microscópio eletrônico de varredura (SEM) JEOL, modelo JSM 5800 LV, operado em 10 e 15 kv. Esta análise foi realizada no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Biologia da Unicamp.

3.3.6.2. Microscopia Eletrônica de Transmissão

A preparação das amostras seguiu a adaptação do método descrito por HARTE et al. (2003). As amostras foram fixadas em solução de glutaraldeído a 3% acrescida de 0,25% de ácido tânico em tampão Milonig pH 7,4 ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - diidrogenofosfato de sódio monohidratado, NaOH - hidróxido de sódio, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ - glicose, H_2O) durante 24 horas (COTTA-PEREIRA; RODRIGO; DAVID FERREIRA, 1976). As amostras fixadas foram lavadas com tampão Milonig pH 7,4, e pós-fixadas em solução a 1% de tetróxido de ósmio (OsO_4) em tampão Milonig pH 7,4 durante 2 horas. As amostras pós-fixadas foram lavadas duas vezes, 10 minutos cada, com água destilada e desidratadas em uma série de acetona (30%, 50%, 70%, 90%, 15 minutos cada) e posteriormente em acetona 95% e absoluta três vezes por 15 minutos cada. As amostras desidratadas foram embebidas na resina Araldite[®] de baixa viscosidade (1:1 Acetona:Araldite[®]) durante 16 horas, seguida de infiltração em Araldite[®] por 2 horas a 37°C e inclusão e polimerização também em Araldite[®] por 48 horas em estufa a 60°C. Os blocos foram seccionados em navalha de vidro a 500 nm; após a escolha da área desejada e trimagem do bloco, foram feitas as secções ultra finas (80 nm) em navalha de diamante, onde depois de coletados em grades de cobre 200 mesh, foram contrastadas por solução de acetato uranila a 2% e citrato de chumbo diluído em NaOH 0,02%. As secções foram examinadas sob microscópio eletrônico de transmissão LEO 906 E (Carl Zeiss, Jena, Alemanha). Esta análise foi realizada no Laboratório de Microscopia e Microanálise do Departamento de Biologia da UNESP, Campus de São José do Rio Preto.

3.3.7. 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.

3.3.8. Análise Estatística dos Resultados

Os processamentos foram realizados em triplicata. Os resultados foram analisados por meio de Análise de Variância (ANOVA), utilizando-se o Teste de Tukey para verificar diferenças entre as médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Definição das Formulações

Experimentos preliminares foram realizados para definir as formulações dos diferentes requeijões em estudo:

Requeijão cremoso light com fibras Beneo®HPX (3,3 e 6,7%) e Beneo®Synergy1 (6,7%)

Inicialmente, foram realizados os testes preliminares referentes à primeira etapa do projeto, ou seja, dos requeijões light com adição das fibras Beneo®HPX e Beneo®Synergy1. Nos primeiros testes, os requeijões light com adição de fibra foram fabricados contendo o mesmo valor de extrato seco total (EST) do requeijão cremoso light controle, no valor de 32%.

No requeijão com 3,3% de Beneo®HPX, a fibra substituiu a gordura, conforme as informações técnicas do ingrediente, não sendo necessário o uso de concentrado de proteína de soro (WPC34%) para desempenhar esta função. No entanto, foi avaliado que a adição da fibra na concentração de 6,7% reduz a firmeza do produto final, provavelmente por interferir na matriz protéica do requeijão. De fato, segundo LOBATO-CALLEROS et al. (2006), ingredientes diferentes interagem com a proteína e modificam a estrutura do queijo.

No requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo®Synergy1 também foi observada redução de firmeza do produto final. Portanto, o teor de umidade deste requeijão foi reduzido, e o extrato seco total (EST) calculado do produto passou de 32 para 35%.

No produto com 6,7% de Beneo®HPX também havia o problema de cristalização da fibra, que ocorre pelo baixo teor de água disponível para a sua solubilização completa. Os cristais de fibra resultavam no defeito de arenosidade no requeijão. Sendo assim, não havia a possibilidade de reduzir muito o teor de umidade, e ao mesmo tempo, era necessário aumentar a firmeza do produto. As seguintes possibilidades para este produto foram testadas:

- Mudança do concentrado de proteína de soro de WPC34% para Dairy-Lo™,

- aumento da concentração do concentrado de proteína de soro de 2 para 4% em relação à massa básica,
- mudança de sal emulsificante de Joha S9 para Joha S10,
- uso em conjunto do sal emulsificante Joha S9 com o sal Joha S10,
- adição de amido de arroz na concentração de 4% em relação ao produto final (de acordo com a definição de BRASIL (1997), o uso de amido descaracterizaria o produto como requeijão cremoso),
- adição de caseinato de cálcio, que foi testado nas concentrações de 2 e 3% em relação ao produto final,
- redução do extrato seco total de 32 para 30% e conseqüente aumento do teor de umidade (de 68 para 70%) como tentativa de reduzir a cristalização da fibra.

A adição de amido de arroz, bem como a mudança de sal emulsificante, não resultaram em textura mais firme do produto. Além disso, não foi possível reduzir o EST do requeijão, pois sua firmeza diminuiu muito, conferindo-lhe textura indesejável. Resultado positivo foi alcançado com a adição de caseinato de cálcio na concentração de 3%, e com a utilização de Dairy-Lo™ na concentração de 2%. No entanto, ainda foi necessário aumentar em um ponto porcentual o EST do produto, que passou a ser de 33%. Sendo assim, não foi possível resolver o defeito de cristalização da fibra nesta formulação (requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo®HPX).

O requeijão light com 6,7% de Beneo®Synergy1 apresentou problema de sabor. Como esta fibra possui 92% de combinação entre inulina e oligofrutose e 8% de glicose, frutose e sacarose, o produto final apresentou gosto levemente doce. Para tentar contornar o problema, foi realizado um teste com teor maior de NaCl, porém o produto permaneceu doce e, ao mesmo tempo, tornou-se levemente salgado. Foi decidido, então, que este requeijão deveria ser fabricado com o teor inicial de NaCl.

Requeijão cremoso sem adição de gordura controle e com fibras Beneo®HPX (3,3 e 6,7%) e Beneo®Synergy1 (6,7%)

Os testes preliminares referentes à segunda etapa do trabalho foram realizados para desenvolvimento das formulações de requeijão sem gordura controle e de requeijão sem gordura com adição de fibra.

No primeiro teste, o requeijão sem gordura controle foi processado com o mesmo teor de umidade do requeijão light controle. Devido à pouca gordura presente (somente a gordura proveniente do leite desnatado utilizado no processamento), o requeijão sem adição de gordura ficou muito firme e com alta adesividade. A textura indesejável do produto está conforme o que é citado na literatura, pois na medida em que a porcentagem de gordura é reduzida, as proporções de proteína e umidade aumentam. O maior teor de proteína em queijos com redução de gordura causa defeitos na textura, como maior firmeza e adesividade (METZGER e MISTRY, 1995; SIPAHIOGLU, ALVAREZ e SOLANO-LOPEZ, 1999). Além da textura, o requeijão sem gordura controle apresentou cor amarela não característica de requeijão cremoso. Para resolver o problema de textura, reduziu-se o extrato seco total do produto. Após alguns testes, concluiu-se que o EST deveria ser de 25% no cálculo. Foi também adicionado um branqueador (bióxido de titânio) no produto, a fim de corrigir sua cor. Ficou também definido que a concentração de WPC34% no produto deveria ser calculada como 4% em relação à massa básica, o dobro do valor presente no requeijão light controle, uma vez que possui o dobro de redução de gordura em relação ao produto light. Apesar da textura e da cor terem sido ajustadas, o sabor do produto permanecia não característico. Como havia sido observado, durante o desenvolvimento do requeijão light com 6,7% de Beneo®HPX, que o caseinato de cálcio confere leve sabor agradável e característico ao requeijão, optou-se por adicionar este ingrediente também no produto sem gordura controle. Anteriormente a esta decisão, testes com aroma artificial de requeijão haviam sido realizados, porém os resultados não foram satisfatórios. Com a adição de aroma, o requeijão apresentou sabor artificial de salgadinho extrusado sabor queijo.

Paralelamente, foram realizados os testes dos requeijões sem gordura com adição de fibra. Nos produtos com fibra, foi necessário ajustar o EST, além de definir a concentração de WPC34% de cada formulação, e manter a adição de branqueador. No requeijão com 3,3% de Beneo[®]HPX, foram adicionados 2% de WPC34%, pois parte da gordura foi substituída pela fibra, que possui a função de mimético de gordura. Os testes feitos apontaram que o EST do produto deveria ser de 25%.

Quanto ao requeijão com 6,7% de Beneo[®]HPX, segundo as informações técnicas sobre a fibra, esta concentração possuiria a quantidade de inulina equivalente a 1/3 do valor da porcentagem de gordura que se desejava substituir, ou seja, 6,7% (20/3) da fibra substituiriam 20% de gordura. No entanto, para a obtenção de uma textura mais característica, foram adicionados 2% de WPC34%. O extrato seco total ficou com valor definido em 27%. O maior valor de EST em relação ao controle é explicado pela adição da fibra, que interfere na rede protéica, diminuindo a firmeza do requeijão.

A fibra Beneo[®]Synergy1 não possui a função de mimético de gordura. Sendo assim, o requeijão cremoso com adição de 6,7% desta fibra foi adicionado de 4% de WPC34%. Obteve-se um bom resultado para o produto com o EST em 27%.

Nos requeijões sem adição de gordura, adicionou-se antiespumante para reduzir a incorporação de ar nestes produtos. A alta concentração de proteína, resultante do baixo teor de gordura, favorece a incorporação de ar, mesmo quando a agitação é realizada sob vácuo durante o processo de fusão na máquina Stephan.

Requeijão cremoso light com fibras Litesse[®] (3,3%) e NutraFlora[®] (3,3%)

Os testes preliminares referentes à terceira etapa do trabalho foram realizados para definir os parâmetros de fabricação do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse[®] e do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora[®]. No primeiro teste, a formulação proposta seguiu a formulação já desenvolvida para o requeijão com 3,3% de Beneo[®]HPX, porém, foram adicionados 2% de WPC34%,

pois as fibras Litesse® e NutraFlora® não possuem a função de mimético de gordura. O valor de extrato seco total foi mantido em 32%. Após o teste, foi verificado que o produto com NutraFlora® apresentou alta firmeza, e seu EST foi ajustado para 31%. A Figura 4.1 apresenta alguns requeijões estudados.

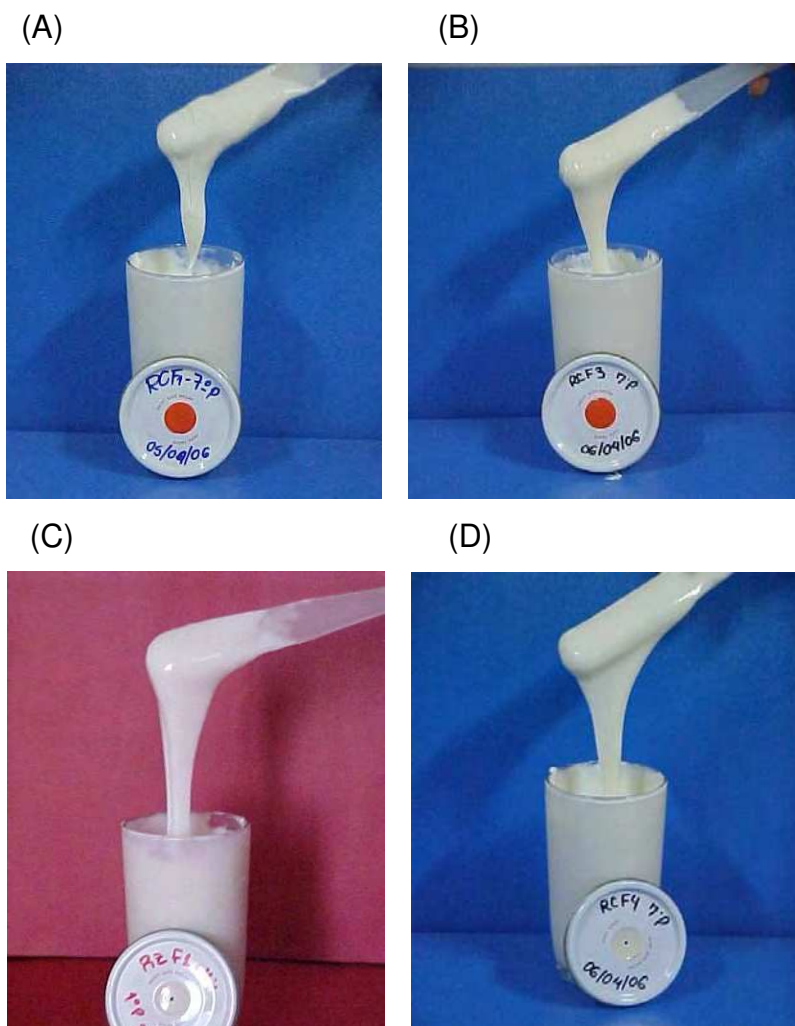


Figura 4.1. Requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo®HPX (A), requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo®Synergy1 (B), requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo®HPX (C), requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse® (D).

Determinou-se ao longo dos experimentos preliminares que em cada batelada de todos os requeijões com fibra, seriam adicionados 2 litros de água a menos ao produto. Esta determinação foi feita após teste com a máquina Stephan UMM-SK 40E e verificação de que, durante o processamento com aquecimento

via vapor direto, 2 litros de água eram adicionados na forma de condensado de vapor. Com a adição de 2 litros de água a menos do que apontavam os cálculos, evitou-se a diluição da fibra presente no requeijão. Nos requeijões controle não foi necessária esta redução da quantidade de água adicionada.

4.2. Desenvolvimento de Requeijão Cremoso Light com Adição de Diferentes Concentrações de Fibras Beneo[®]HPX e Beneo[®]Synergy1

Na etapa 1 do trabalho foram fabricados e analisados os requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% da mesma fibra (RCF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3), além do requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC).

4.2.1. Avaliações Físico-químicas – Matérias-primas e Requeijões

Os valores médios dos resultados de análises físico-químicas do leite cru desnatado, creme de leite e massa utilizados nos processamentos P1, P2 e P3 são apresentados no Quadro 4.1. O mesmo Quadro também mostra os resultados das análises do soro proveniente da coagulação ácida a quente do leite utilizado.

Quadro 4.1 Valores médios da composição da matéria-prima utilizada na fabricação dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RCF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC).

Análises	Amostras (média ± desvio padrão)			
	Leite	Soro	Creme	Massa
pH	6,76 ± 0,05	5,28 ± 0,19	6,79 ± 0,09	5,53 ± 0,03
Acidez*	16,21 ± 0,53	26,33 ± 0,80	0,07 ± 0,01	-
Gordura (g/100g)	0,09 ± 0,02	0,03 ± 0,06	69,08 ± 1,39	0,48 ± 0,01
Densidade (g/mL)	1,03 ± 0,00	-	-	-
EST (g/100g)	8,33 ± 0,05	5,83 ± 0,13	70,39 ± 4,03	42,97 ± 0,89
Proteína Total (g/100g)	3,17 ± 0,10	-	-	36,02 ± 2,06
Cinzas (g/100g)	-	-	-	2,64 ± 0,08

(-) = não determinado.

(*) os valores de acidez titulável do leite e soro são dados em graus Dornic (°D), enquanto para o creme é dada em porcentagem de ácido láctico (g/100g).

O leite destinado à fabricação de requeijão é caracterizado por acidez titulável entre 13 e 18°D e pH de 6,5 a 6,7 (MARTINS, 1981). Analisando o valor

médio de acidez do leite (16,21^oD) apresentado no Quadro 4.1, verifica-se que este se encontra dentro do intervalo indicado por MARTINS (1981). Observa-se que o valor de pH do leite está ligeiramente mais alto (6,76) do que o valor máximo do intervalo indicado pelo mesmo autor. No entanto, o valor de pH está próximo aos valores encontrados (6,77 e 6,75) por SILVA (2003).

Variações na composição do leite são esperadas, considerando que se trabalha com 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 (GALLINA, 2005).

O teor médio de gordura do creme de leite foi de 69,08%. Segundo MEYER (1973) e VALLE (1981), a quantidade de gordura a ser adicionada depende do teor de gordura que se deseja no extrato seco do produto final, bem como da porcentagem de gordura e extrato seco da massa inicial.

O Quadro 4.1 indica que a massa básica teve valor médio de pH de 5,53. MEYER (1973), SHIMP (1985) e OLIVEIRA (1986) indicam que o intervalo ideal de pH da massa deve ser de 5,2 a 5,7. A massa obtida neste estudo não foi lavada, tendo sido realizadas apenas a dessoragem, enformagem e prensagem. Por outro lado, GALLINA (2005) obteve valores de pH da massa de 5,80 e 5,82 ao trabalhar com requeijão UHT fabricado a partir de massa obtida por precipitação ácida a quente e lavada com água à temperatura ambiente.

O valor médio de extrato seco total (EST) da massa foi de 42,97%, menor do que os valores (46,86 e 46,67) encontrados por SILVA (2003) quando também utilizou leite desnatado, e ligeiramente maior do que o intervalo indicado por FERNANDES (1981b, c) que deve ser padronizado para cerca de 38 a 40% na fabricação de requeijão cremoso. De acordo com GALLINA (2005), a variação dos valores do extrato seco da massa se deve ao tipo de leite usado (integral ou

desnatado), à prensagem e manutenção da massa (tempo de secagem) até sua homogeneização.

O Quadro 4.2 apresenta os valores médios para a caracterização (1 ou 2 dias após o processamento) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% da mesma fibra (RCF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3), além do requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), que foram fabricados nos processamentos P1, P2 e P3.

Os valores de pH dos requeijões encontram-se entre 5,81 e 5,91, resultados que estão dentro do intervalo (5,4-6,20) indicado por FERNANDES et al. (1985) e RAPACCI e VAN DENDER (1998). Avaliando o pH de requeijão cremoso light também obtido por acidificação direta a quente, SILVA (2003) obteve valores similares, entre 5,71 e 5,86. GALLINA (2005), porém, obteve valores maiores para o pH (5,97 e 6,00) de requeijão cremoso light UHT e requeijão cremoso light em copo por ter utilizado massa lavada e, portanto, com pH inicial mais elevado.

O Quadro 4.2 mostra que os valores de pH dos requeijões adicionados de fibra não diferiram significativamente ($p < 0,05$) do pH do requeijão cremoso controle, com exceção do requeijão RCF2 (requeijão cremoso com 6,7% de Beneo[®]HPX). Provavelmente, esta diferença significativa ocorreu porque o RCF2 contém caseinato de cálcio e, proporcionalmente, menor quantidade de massa básica obtida por acidificação direta a quente. Conseqüentemente, este produto apresentou maior valor de pH e menor acidez.

A acidez de cada requeijão é proveniente do ácido láctico adicionado ao leite, pois para a obtenção de massa básica (proteína coagulada) foi realizada a coagulação ácida a quente de leite desnatado. Sendo assim, o teor de massa básica de cada formulação define também o seu teor de acidez e de proteína total.

Para cada formulação, foi estabelecido um valor de extrato seco total (EST) a fim de se obter um produto com características físicas desejáveis, uma vez que o teor e o tipo de fibra adicionada interferiram na textura dos produtos. Observa-se que o RCC (requeijão cremoso controle) e o RCF1 (requeijão cremoso com 3,3% de Beneo[®]HPX) não diferem significativamente ao nível de 5% de significância em

relação ao EST. Como o RCF1 contém apenas 3,3% de fibra, não foi necessário alterar muito o seu teor de umidade. Já os requeijões que contêm 6,7% de fibra (RCF2 e RCF3) apresentam valores maiores de EST, diferindo significativamente em relação ao requeijão controle e entre si. A concentração de 6,7% de fibra causou redução na firmeza dos produtos, e por isso, foi necessário aumentar seus valores de EST para que a textura desejada fosse alcançada.

Quadro 4.2 Valores médios obtidos para a caracterização dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RCF1), 6,7% de Beneo®HPX (RCF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC) (n = 9).

	RCC	RCF1	RCF2	RCF3	d.m.s.(5%)
pH	5,84 ± 0,06 b	5,83 ± 0,06 b	5,91 ± 0,08 a	5,81 ± 0,04 b	0,070
ACIDEZ (g/100g)	0,74 ± 0,05 a	0,68 ± 0,03 b	0,57 ± 0,05 c	0,67 ± 0,03 b	0,044
EST (g/100g)	28,25 ± 0,42 c	29,52 ± 0,61 c	31,06 ± 1,94 b	32,54 ± 0,60 a	1,342
GORDURA (g/100g)	9,48 ± 0,53 a	9,58 ± 0,47 a	9,42 ± 1,46 a	9,91 ± 0,62 a	0,572
GES (g/100g EST)	33,54 ± 1,50 a	32,48 ± 2,16 b	30,19 ± 3,11 c	30,45 ± 2,00 c	1,000
PT (g/100g)	14,69 ± 0,56 a	13,70 ± 1,27 b	12,86 ± 0,74 c	13,23 ± 1,13 bc	0,624
NS pH 4,6 (g/100g)	0,11 ± 0,02 a	0,12 ± 0,02 a	0,12 ± 0,02 a	0,12 ± 0,02 a	0,020
NNP (g/100g)	0,05 ± 0,02 a	0,05 ± 0,03 a	0,04 ± 0,02 a	0,05 ± 0,02 a	0,028
CINZAS (g/100g)	2,22 ± 0,11 a	2,03 ± 0,28 ab	1,62 ± 0,12 b	1,75 ± 0,61 b	0,442
CLORETO DE SÓDIO (g/100g)	0,88 ± 0,05 a	0,79 ± 0,05 b	0,64 ± 0,03 c	0,78 ± 0,05 b	0,057
CALCIO (mg/100g)	317,85 ± 16,20 a	279,74 ± 33,31 b	257,54 ± 9,67 b	274,42 ± 16,92 b	26,728
FOSFORO (mg/100g)	408,69 ± 11,70 a	378,59 ± 30,26 b	316,15 ± 12,20 c	361,45 ± 22,66 b	26,446
MAGNESIO (mg/100g)	13,51 ± 1,87 a	10,83 ± 1,14 bc	9,39 ± 0,37 c	11,53 ± 0,89 b	1,525
SODIO (mg/100g)	507,79 ± 26,21 a	461,48 ± 22,38 b	366,77 ± 17,70 c	446,90 ± 11,06 b	25,730

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

d.m.s. diferença mínima significativa

O teor de gordura calculado foi o mesmo para os quatro tipos de requeijão, o que é observado nos resultados apresentados no Quadro 4.2, pois não há diferença significativa ($p < 0,05$) quanto à gordura entre as amostras. Os teores de gordura variaram entre 9,42 e 9,91, resultados próximos aos encontrados por SILVA (2003) para requeijão cremoso light, que foram entre 9,06 e 11,15, e aos encontrados por GALLINA (2005), 9,25 e 9,71. Os teores de gordura no extrato seco (GES) variaram de 33,54 a 30,19. GALLINA (2005) obteve valores mais altos para requeijão cremoso light, que foram de 35,46 a 37,96.

O teor de proteína variou entre 12,86 e 14,69. GALLINA (2005) encontrou valores de proteína total superiores para requeijão cremoso light, 15,21 e 14,43. O teor de proteína total difere significativamente ($p < 0,05$) para os produtos RCC, RCF1 e RCF2 (requeijão cremoso com 6,7% de Beneo[®]HPX), sendo maior para o RCC (requeijão cremoso controle) e menor para o RCF2. Quanto maior o teor de fibra, menor o teor de proteína, pois a fibra (carboidrato) substitui parte da proteína no extrato seco total do produto. O RCF3 (requeijão cremoso com 6,7% de Beneo[®]Synergy1), no entanto, não difere significativamente em relação ao RCF1, que contém 3,3% de fibra. Apesar da alta concentração de fibra, o RCF3 apresenta alto valor de EST e, portanto, menor umidade, o que explica seu maior teor de proteína.

Quanto ao teor de minerais (cloreto de sódio, cálcio, fósforo, magnésio e sódio), observa-se que o requeijão controle (RCC) possui maior valor em relação aos produtos adicionados de fibra, o que demonstra que quanto maior o teor de massa básica (proteína) maior o teor de minerais.

O Quadro 4.3 apresenta a composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem de 90 dias. O valor médio de pH de todos os requeijões fabricados na etapa 1 (RCC, RCF1, RCF2 e RCF3) não variaram significativamente ($p < 0,05$) ao longo da estocagem. A Figura 4.2 ilustra esta evolução.

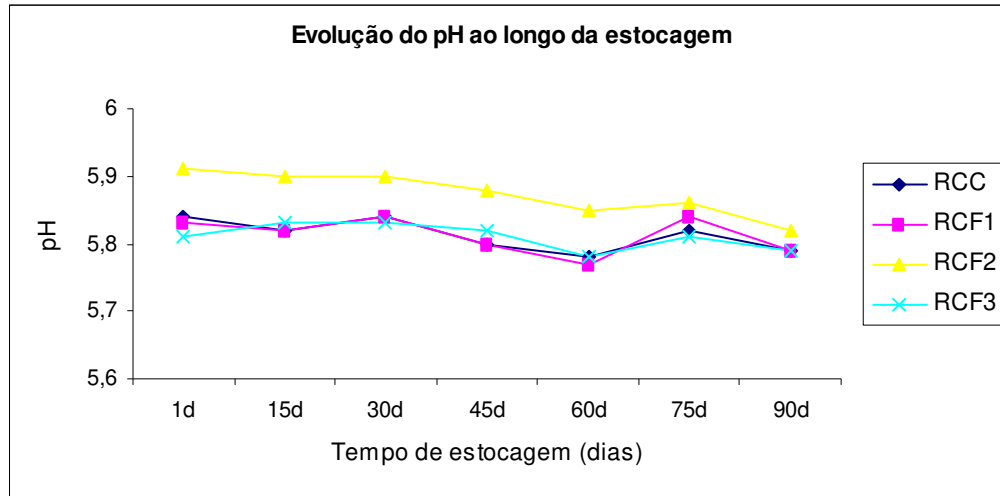


Figura 4.2 Valores médios de pH dos requeijões fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem.

Os valores de pH das amostras se encontram entre 5,77 e 5,91. Resultados próximos foram encontrados por outros autores. ALVES (2004) trabalhando com requeijão cremoso tradicional, acondicionado em cinco embalagens diferentes, observou variações de pH entre 5,82 e 6,01. SILVA (2003) acompanhou a variação de pH de requeijão cremoso light por 120 dias e encontrou resultados entre 5,64 e 5,86.

Observa-se na literatura que os valores de pH de queijo fundido oscilam na faixa de 5,4 a 6,2, ou seja, os valores de pH dos requeijões da etapa 1 variaram dentro da faixa esperada. De modo geral, se o pH for abaixo de 5,4 é prejudicada a estrutura, o paladar e tende a dar uma textura granulosa. Por outro lado, se o pH for acima de 6,2, tem-se o perigo de reduzir a durabilidade do queijo, além do risco de alterações no sabor e na estrutura (gosto salgado, amargo, saponino, separação de gordura). Queijos na faixa de pH 5,5 a 5,7 tendem a adquirir consistência sólida, ao passo que com valor acima de 5,7 tornam-se mais pastosos (MEYER, 1973; SHIMP, 1985; OLIVEIRA, 1986; BERGER et al., 1989).

A Figura 4.3 apresenta a variação no teor de acidez titulável ao longo do período de estocagem de 90 dias.

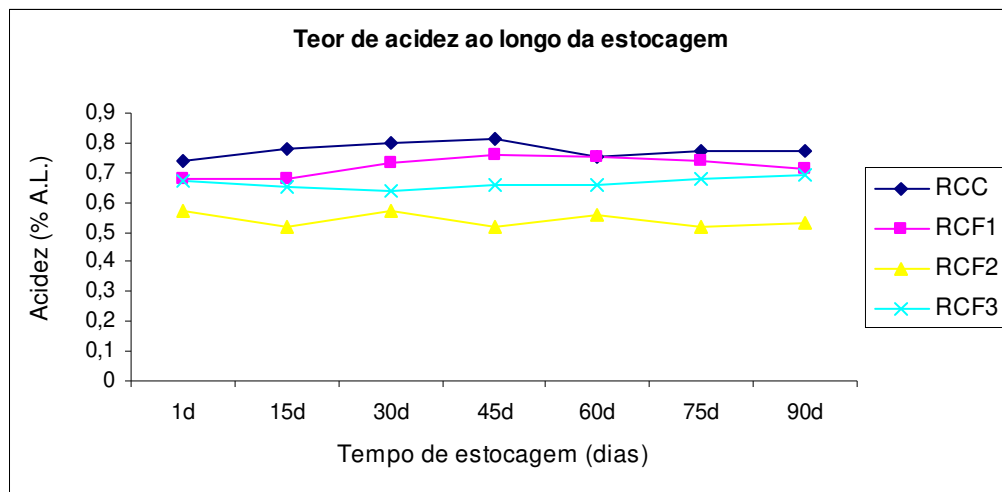


Figura 4.3 Valores médios do teor de acidez dos requeijões fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem.

O teor de acidez teve pouca variação significativa ($p < 0,05$) durante o tempo de estocagem. Somente nas amostras RCC (requeijão controle) e RCF1 (requeijão com 3,3% de Beneo[®]HPX) foi observada variação no período de 45 dias, e de 45 e 60 dias, respectivamente (Quadro 4.3). As demais amostras não apresentaram variação significativa no teor de acidez. Entre todas as amostras, a variação de acidez foi de 0,52 a 0,81. Em amostras de requeijão cremoso light, provenientes de dois processamentos com acidificação direta a quente, SILVA (2003) encontrou variação de acidez de 0,31 a 0,88 durante o período de estocagem de 120 dias.

A Figura 4.4 apresenta a evolução de extrato seco total (EST) dos requeijões ao longo de 90 dias. Observando esta Figura e o Quadro 4.3, verifica-se que houve pouca variação significativa ($p < 0,05$) de EST. Somente nas amostras RCC e RCF1 foi observada variação nos períodos de 45 e 90 dias, e de 60 dias, respectivamente. O teor de gordura no extrato seco (GES) também variou pouco significativamente.

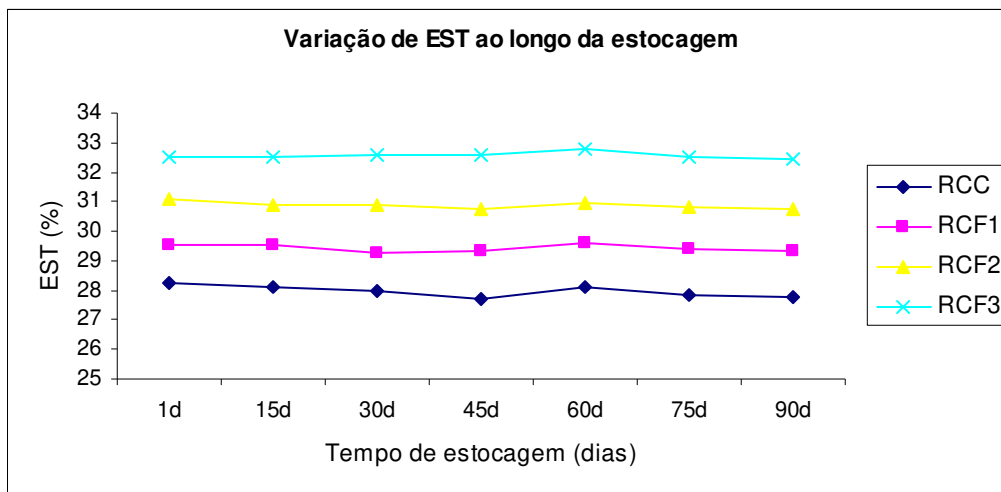


Figura 4.4 Valores médios do extrato seco total (EST) dos queijos fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem.

A variação no índice de extensão de proteólise é ilustrada na Figura 4.5.

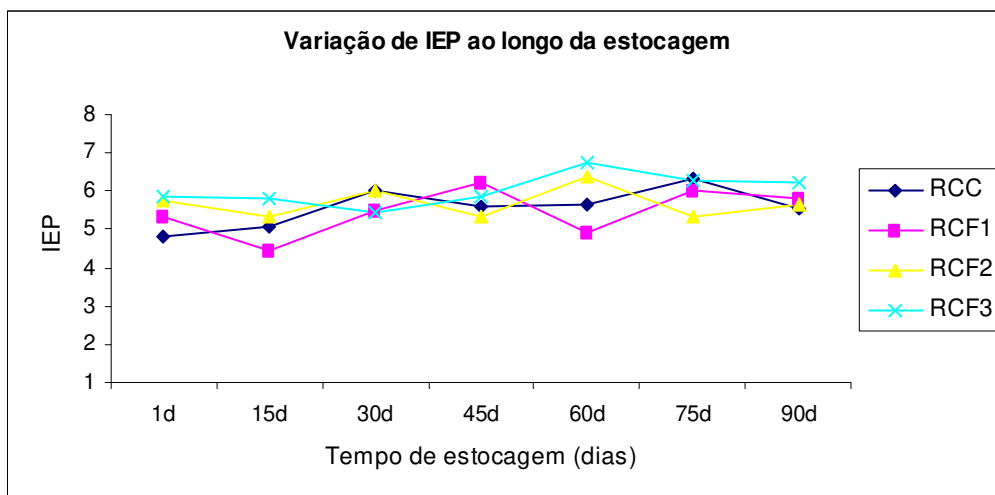


Figura 4.5 Valores médios do índice de extensão de proteólise (IEP) dos queijos fabricados nos processamentos P1, P2 e P3, durante o período de estocagem.

Quadro 4.3 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3 (n = 9).

Amostra	Dias								d.m.s. (5%)
	1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d		
RCC	pH	5,84 ± 0,06 a	5,82 ± 0,07 a	5,84 ± 0,08 a	5,80 ± 0,10 a	5,78 ± 0,05 a	5,82 ± 0,07 a	5,79 ± 0,07 a	0,094
	ACIDEZ	0,74 ± 0,05 b	0,78 ± 0,03 ab	0,80 ± 0,03 ab	0,81 ± 0,05 a	0,75 ± 0,07 b	0,77 ± 0,03 ab	0,77 ± 0,05 ab	0,059
	EST	28,25 ± 0,42 a	28,14 ± 0,21 ab	28,00 ± 0,49 abc	27,71 ± 0,30 c	28,10 ± 0,32 abc	27,86 ± 0,39 abc	27,77 ± 0,59 bc	0,407
	GORDURA	9,48 ± 0,53 ab	9,61 ± 0,38 a	9,42 ± 0,58 b	9,42 ± 0,43 b	9,35 ± 0,51 b	9,45 ± 0,57 ab	9,47 ± 0,54 ab	0,179
	GES	33,54 ± 1,50 ab	34,13 ± 1,27 a	33,66 ± 2,11 ab	34,00 ± 1,26 ab	33,25 ± 1,43 b	33,88 ± 1,63 ab	34,09 ± 1,26 a	0,700
	PT	14,69 ± 0,56 a	14,71 ± 0,59 a	14,69 ± 0,76 a	15,18 ± 0,93 a	15,07 ± 0,40 a	14,69 ± 0,44 a	15,05 ± 0,50 a	0,686
	NT	2,30 ± 0,09 a	2,31 ± 0,09 a	2,30 ± 0,12 a	2,38 ± 0,15 a	2,36 ± 0,06 a	2,30 ± 0,07 a	2,36 ± 0,08 a	0,107
	NS	0,11 ± 0,02 b	0,12 ± 0,03 ab	0,14 ± 0,04 ab	0,13 ± 0,01 ab	0,14 ± 0,02 ab	0,14 ± 0,02 a	0,13 ± 0,02 ab	0,029
IEP	4,82 ± 0,88 c	5,09 ± 0,97 bc	6,04 ± 1,50 ab	5,60 ± 0,45 abc	5,67 ± 0,93 abc	6,34 ± 0,50 a	5,55 ± 0,58 abc	1,160	
RCF1	pH	5,83 ± 0,06 a	5,82 ± 0,04 a	5,84 ± 0,09 a	5,80 ± 0,10 a	5,77 ± 0,08 a	5,84 ± 0,05 a	5,79 ± 0,10 a	0,116
	ACIDEZ	0,68 ± 0,03 b	0,68 ± 0,03 b	0,73 ± 0,05 ab	0,76 ± 0,08 a	0,75 ± 0,04 a	0,74 ± 0,07 ab	0,71 ± 0,10 ab	0,056
	EST	29,52 ± 0,61 ab	29,53 ± 0,57 b	29,27 ± 0,51 ab	29,34 ± 0,64 ab	29,58 ± 0,59 a	29,39 ± 0,58 ab	29,33 ± 0,52 ab	0,300
	GORDURA	9,58 ± 0,47 a	9,64 ± 0,48 a	9,63 ± 0,53 a	9,58 ± 0,52 a	9,53 ± 0,52 a	9,58 ± 0,54 a	9,64 ± 0,50 a	0,150
	GES	32,48 ± 2,16 ab	32,69 ± 2,20 ab	32,92 ± 2,26 a	32,70 ± 2,42 ab	32,26 ± 2,36 b	32,64 ± 2,46 ab	32,89 ± 2,21 a	0,540
	PT	13,70 ± 1,27 a	13,74 ± 1,47 a	13,69 ± 1,17 a	13,80 ± 1,11 a	14,15 ± 0,83 a	14,09 ± 0,64 a	13,91 ± 0,98 a	0,634
	NT	2,15 ± 0,20 a	2,15 ± 0,23 a	2,14 ± 0,18 a	2,16 ± 0,17 a	2,22 ± 0,13 a	2,21 ± 0,10 a	2,19 ± 0,15 a	0,099
	NS	0,12 ± 0,02 ab	0,09 ± 0,02 b	0,12 ± 0,02 ab	0,13 ± 0,01 a	0,11 ± 0,03 ab	0,13 ± 0,02 a	0,12 ± 0,02 a	0,027
IEP	5,35 ± 0,65 abc	4,44 ± 0,66 c	5,51 ± 0,91 abc	6,23 ± 0,71 a	4,92 ± 1,17 bc	6,02 ± 1,10 ab	5,78 ± 0,92 ab	1,130	

Quadro 4.3 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3 (n = 9). (Continuação).

Amostra	Dias							d.m.s. (5%)	
	1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d		
RCF2	pH	5,91 ± 0,08 a	5,90 ± 0,07 a	5,90 ± 0,08 a	5,88 ± 0,08 a	5,85 ± 0,05 a	5,86 ± 0,01 a	5,82 ± 0,02 a	0,109
	ACIDEZ	0,57 ± 0,05 a	0,52 ± 0,03 a	0,57 ± 0,04 a	0,52 ± 0,03 a	0,56 ± 0,05 a	0,52 ± 0,04 a	0,53 ± 0,06 a	0,051
	EST	31,06 ± 1,94 a	30,91 ± 2,00 a	30,89 ± 1,92 a	30,78 ± 1,41 a	30,98 ± 1,83 a	30,79 ± 1,86 a	30,75 ± 1,97 a	0,388
	GORDURA	9,42 ± 1,46 a	9,50 ± 1,37 a	9,42 ± 1,52 a	9,50 ± 1,41 a	9,53 ± 1,38 a	9,43 ± 1,42 a	9,47 ± 1,44 a	0,191
	GES	30,19 ± 3,11 a	30,61 ± 2,80 a	30,36 ± 3,48 a	30,73 ± 3,38 a	30,64 ± 2,96 a	30,50 ± 3,18 a	30,63 ± 3,03 a	0,640
	PT	12,86 ± 0,74 ab	12,73 ± 0,64 b	13,16 ± 0,57 ab	13,39 ± 0,51 ab	13,52 ± 0,27 a	13,52 ± 0,43 a	13,23 ± 0,18 ab	0,683
	NT	2,01 ± 0,11 ab	1,99 ± 0,10 b	2,06 ± 0,09 ab	2,10 ± 0,08 ab	2,12 ± 0,04 a	2,12 ± 0,07 a	2,07 ± 0,03 ab	0,107
	NS	0,12 ± 0,02 ab	0,11 ± 0,03 b	0,12 ± 0,03 ab	0,11 ± 0,02 ab	0,14 ± 0,03 a	0,12 ± 0,01 ab	0,12 ± 0,02 ab	0,026
IEP	5,75 ± 0,83 a	5,33 ± 1,51 a	6,03 ± 1,45 a	5,33 ± 0,92 a	6,40 ± 1,24 a	5,36 ± 0,40 a	5,66 ± 0,73 a	1,210	
RCF3	pH	5,81 ± 0,04 a	5,83 ± 0,05 a	5,83 ± 0,04 a	5,82 ± 0,08 a	5,78 ± 0,05 a	5,81 ± 0,05 a	5,79 ± 0,07 a	0,057
	ACIDEZ	0,67 ± 0,03 a	0,65 ± 0,04 a	0,64 ± 0,03 a	0,66 ± 0,03 a	0,66 ± 0,05 a	0,68 ± 0,03 a	0,69 ± 0,05 a	0,056
	EST	32,54 ± 0,60 a	32,54 ± 0,35 a	32,55 ± 0,47 a	32,55 ± 0,62 a	32,75 ± 0,43 a	32,53 ± 0,40 a	32,43 ± 0,71 a	0,330
	GORDURA	9,91 ± 0,62 a	10,02 ± 0,61 a	9,91 ± 0,71 a	9,98 ± 0,73 a	9,93 ± 0,75 a	9,95 ± 0,76 a	10,02 ± 0,76 a	0,202
	GES	30,45 ± 2,00 a	30,78 ± 1,94 a	30,45 ± 1,97 a	30,65 ± 2,22 a	30,34 ± 2,46 a	30,57 ± 2,30 a	30,89 ± 2,14 a	0,620
	PT	13,23 ± 1,13 a	13,09 ± 1,15 a	13,11 ± 1,20 a	13,09 ± 1,17 a	13,48 ± 1,03 a	13,38 ± 0,65 a	13,55 ± 1,10 a	0,620
	NT	2,07 ± 0,18 a	2,05 ± 0,18 a	2,05 ± 0,19 a	2,05 ± 0,18 a	2,11 ± 0,16 a	2,10 ± 0,10 a	2,11 ± 0,17 a	0,102
	NS	0,12 ± 0,02 ab	0,12 ± 0,01 ab	0,11 ± 0,02 b	0,12 ± 0,02 ab	0,14 ± 0,01 a	0,13 ± 0,01 a	0,13 ± 0,01 a	0,020
IEP	5,85 ± 0,70 ab	5,79 ± 0,73 ab	5,46 ± 1,45 b	5,87 ± 0,69 ab	6,76 ± 0,21 a	6,30 ± 0,89 ab	6,25 ± 0,62 ab	1,040	

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

d.m.s. diferença mínima significativa

Os valores de acidez titulável, EST, gordura, GES, PT, NT, NS são dados em g/100g,

No Quadro 4.3, verifica-se que na amostra RCF2 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]HPX) não ocorreu variação significativa de IEP ao longo da estocagem. A amostra RCF3 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]Synergy1) apresentou variação em relação ao IEP no período de 60 dias. O requeijão cremoso de boa qualidade microbiológica é um produto estável e não se espera variação no IEP durante a estocagem sob refrigeração. Entretanto, no desenvolvimento de novos produtos, como é o caso do desenvolvimento de requeijão com adição de fibra, é necessária a realização de análises que verificam a estabilidade do produto ao longo do tempo.

O Quadro 4.4 apresenta a análise comparativa entre as amostras de requeijão durante o período de estocagem de 90 dias. Observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) no pH da amostra RCF2 em relação ao controle e às demais amostras até os 75 dias. Como já comentado, o maior valor de pH deste requeijão se deve à sua menor quantidade de massa básica e, conseqüentemente, menor teor de ácido láctico presente na massa.

Quanto ao teor de proteína total, a amostra controle apresentou maior teor em todos os pontos de análise. Como esta amostra não possui fibra (carboidrato) sua concentração de proteína é maior, mesmo possuindo menor extrato seco total.

Quadro 4.4 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9).

Amostra	Dias							
	1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d	
pH	RCC	5,84 ± 0,06 b	5,82 ± 0,07 b	5,84 ± 0,08 b	5,80 ± 0,10 b	5,78 ± 0,05 b	5,82 ± 0,07 a	5,79 ± 0,07 a
	RCF1	5,83 ± 0,06 b	5,82 ± 0,04 b	5,84 ± 0,09 b	5,80 ± 0,10 b	5,77 ± 0,08 b	5,84 ± 0,05 a	5,79 ± 0,10 a
	RCF2	5,91 ± 0,08 a	5,90 ± 0,07 a	5,90 ± 0,08 a	5,88 ± 0,08 a	5,85 ± 0,05 a	5,86 ± 0,01 a	5,82 ± 0,02 a
	RCF3	5,81 ± 0,04 b	5,83 ± 0,05 b	5,83 ± 0,04 b	5,82 ± 0,08 b	5,78 ± 0,05 b	5,81 ± 0,05 a	5,79 ± 0,07 a
	d.m.s.(5%)	0,070	0,059	0,058	0,044	0,054	0,079	0,110
ACIDEZ	RCC	0,74 ± 0,05 a	0,78 ± 0,03 a	0,80 ± 0,03 a	0,81 ± 0,05 a	0,75 ± 0,07 a	0,77 ± 0,03 a	0,77 ± 0,05 a
	RCF1	0,68 ± 0,03 b	0,68 ± 0,03 b	0,73 ± 0,05 b	0,76 ± 0,08 b	0,75 ± 0,04 a	0,74 ± 0,07 a	0,71 ± 0,10 b
	RCF2	0,57 ± 0,05 c	0,52 ± 0,03 c	0,57 ± 0,04 d	0,52 ± 0,03 d	0,56 ± 0,05 c	0,52 ± 0,04 c	0,53 ± 0,06 c
	RCF3	0,67 ± 0,03 b	0,65 ± 0,04 b	0,64 ± 0,03 c	0,66 ± 0,03 c	0,66 ± 0,05 b	0,68 ± 0,03 b	0,69 ± 0,05 b
	d.m.s.(5%)	0,044	0,034	0,049	0,048	0,054	0,050	0,033
EST	RCC	28,25 ± 0,42 c	28,14 ± 0,21 d	28,00 ± 0,49 c	27,71 ± 0,30 d	28,10 ± 0,32 d	27,86 ± 0,39 d	27,77 ± 0,59 d
	RCF1	29,52 ± 0,61 c	29,53 ± 0,57 c	29,27 ± 0,51 c	29,34 ± 0,64 c	29,58 ± 0,59 c	29,39 ± 0,58 c	29,33 ± 0,52 c
	RCF2	31,06 ± 1,94 b	30,91 ± 2,00 b	30,89 ± 1,92 b	30,78 ± 1,41 b	30,98 ± 1,83 b	30,79 ± 1,86 b	30,75 ± 1,97 b
	RCF3	32,54 ± 0,60 a	32,54 ± 0,35 a	32,55 ± 0,47 a	32,55 ± 0,62 a	32,75 ± 0,43 a	32,53 ± 0,40 a	32,43 ± 0,71 a
	d.m.s.(5%)	1,342	1,337	1,330	1,049	1,252	1,227	1,287
GORDURA	RCC	9,48 ± 0,53 a	9,61 ± 0,38 a	9,42 ± 0,58 a	9,42 ± 0,43 b	9,35 ± 0,51 b	9,45 ± 0,57 a	9,47 ± 0,54 b
	RCF1	9,58 ± 0,47 a	9,64 ± 0,48 a	9,63 ± 0,53 a	9,58 ± 0,52 ab	9,53 ± 0,52 ab	9,58 ± 0,54 a	9,64 ± 0,50 ab
	RCF2	9,42 ± 1,46 a	9,50 ± 1,37 a	9,42 ± 1,52 a	9,50 ± 1,41 ab	9,53 ± 1,38 ab	9,43 ± 1,42 a	9,47 ± 1,44 b
	RCF3	9,91 ± 0,62 a	10,02 ± 0,61 a	9,91 ± 0,71 a	9,98 ± 0,73 a	9,93 ± 0,75 a	9,95 ± 0,76 a	10,02 ± 0,76 a
	d.m.s.(5%)	0,572	0,558	0,594	0,538	0,508	0,544	0,541
GES	RCC	33,54 ± 1,50 a	34,13 ± 1,27 a	33,66 ± 2,11 a	34,00 ± 1,26 a	33,25 ± 1,43 a	33,88 ± 1,63 a	34,09 ± 1,26 a
	RCF1	32,48 ± 2,16 b	32,69 ± 2,20 b	32,92 ± 2,26 a	32,70 ± 2,42 b	32,26 ± 2,36 a	32,64 ± 2,46 a	32,89 ± 2,21 b
	RCF2	30,19 ± 3,11 c	30,61 ± 2,80 c	30,36 ± 3,48 b	30,73 ± 3,38 c	30,64 ± 2,96 b	30,50 ± 3,18 b	30,63 ± 3,03 c
	RCF3	30,45 ± 2,00 c	30,78 ± 1,94 c	30,45 ± 1,97 b	30,65 ± 2,22 c	30,34 ± 2,46 b	30,57 ± 2,30 b	30,89 ± 2,14 c
	d.m.s.(5%)	1,000	0,970	1,020	1,220	1,020	1,280	1,090

Quadro 4.4 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9). (Continuação).

Amostra		Dias						
		1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d
PT	RCC	14,69 ± 0,56 a	14,71 ± 0,59 a	14,69 ± 0,76 a	15,18 ± 0,93 a	15,07 ± 0,40 a	14,69 ± 0,44 a	15,05 ± 0,50 a
	RCF1	13,70 ± 1,27 b	13,74 ± 1,47 b	13,69 ± 1,17 b	13,80 ± 1,11 b	14,15 ± 0,83 b	14,09 ± 0,64 b	13,91 ± 0,98 b
	RCF2	12,86 ± 0,74 c	12,73 ± 0,64 c	13,16 ± 0,57 c	13,39 ± 0,51 bc	13,52 ± 0,27 c	13,52 ± 0,43 c	13,23 ± 0,18 c
	RCF3	13,23 ± 1,13 bc	13,09 ± 1,15 bc	13,11 ± 1,20 c	13,09 ± 1,17 c	13,48 ± 1,03 c	13,38 ± 0,65 c	13,55 ± 1,10 bc
	d.m.s.(5%)	0,624	0,782	0,504	0,628	0,578	0,500	0,664
NT	RCC	2,30 ± 0,09 a	2,31 ± 0,09 a	2,30 ± 0,12 a	2,38 ± 0,15 a	2,36 ± 0,06 a	2,30 ± 0,07 a	2,36 ± 0,08 a
	RCF1	2,15 ± 0,20 b	2,15 ± 0,23 b	2,14 ± 0,18 b	2,16 ± 0,17 b	2,22 ± 0,13 b	2,21 ± 0,10 b	2,19 ± 0,15 b
	RCF2	2,01 ± 0,11 c	1,99 ± 0,10c	2,06 ± 0,09 c	2,10 ± 0,08 bc	2,12 ± 0,04 c	2,12 ± 0,07 c	2,07 ± 0,03 c
	RCF3	2,07 ± 0,18 bc	2,05 ± 0,18 bc	2,05 ± 0,19 c	2,05 ± 0,18 c	2,11 ± 0,16 c	2,10 ± 0,10 c	2,11 ± 0,17 bc
	d.m.s.(5%)	0,098	0,122	0,078	0,098	0,093	0,079	0,105
NS	RCC	0,11 ± 0,02 a	0,12 ± 0,03 a	0,14 ± 0,04 a	0,13 ± 0,01 a	0,14 ± 0,02 a	0,14 ± 0,02 a	0,13 ± 0,02 a
	RCF1	0,12 ± 0,02 a	0,09 ± 0,02 a	0,12 ± 0,02 ab	0,13 ± 0,01 a	0,11 ± 0,03 b	0,13 ± 0,02 a	0,12 ± 0,02 ab
	RCF2	0,12 ± 0,02 a	0,11 ± 0,03 a	0,12 ± 0,03 ab	0,11 ± 0,02 b	0,14 ± 0,03 a	0,12 ± 0,01 b	0,12 ± 0,02 b
	RCF3	0,12 ± 0,02 a	0,12 ± 0,01 a	0,11 ± 0,02 b	0,12 ± 0,02 ab	0,14 ± 0,01 a	0,13 ± 0,01 a	0,13 ± 0,01 a
	d.m.s.(5%)	0,020	0,026	0,025	0,018	0,015	0,015	0,011
IEP	RCC	4,82 ± 0,88 b	5,09 ± 0,97 ab	6,04 ± 1,50 a	5,60 ± 0,45 ab	5,67 ± 0,93 b	6,34 ± 0,50 a	5,55 ± 0,58 b
	RCF1	5,35 ± 0,65 ab	4,44 ± 0,66 b	5,51 ± 0,91 a	6,23 ± 0,71 a	4,92 ± 1,17 c	6,02 ± 1,10 ab	5,78 ± 0,92 ab
	RCF2	5,75 ± 0,83 a	5,33 ± 1,51 ab	6,03 ± 1,45 a	5,33 ± 0,92 b	6,40 ± 1,24 ab	5,36 ± 0,40 b	5,66 ± 0,73 b
	RCF3	5,85 ± 0,70 a	5,79 ± 0,73 a	5,46 ± 1,45 a	5,87 ± 0,69 ab	6,76 ± 0,21 a	6,30 ± 0,89 a	6,25 ± 0,62 a
	d.m.s.(5%)	0,930	1,330	1,340	0,790	0,730	0,740	0,570

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

Os valores de acidez titulável, EST, gordura, GES, PT, NT, NS são dados em g/100g,

4.2.2. Avaliações Microbiológicas – Matérias-primas e Requeijões

A avaliação microbiológica do leite desnatado e da massa utilizados nos processamentos P1, P2 e P3, e dos requeijões cremosos fabricados, quanto às contagens de microrganismos indicadores (coliformes totais e fecais) e deteriorantes (esporogênicos aeróbios e anaeróbios e bolores e leveduras) estão apresentados nos Quadros 4.5 e 4.6.

Quadro 4.5 Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa utilizados nos processamentos P1, P2 e P3.

AMOSTRAS	Leite*	Massa**	Leite*	Massa**	Leite*	Massa**
ANÁLISES	P1	P1	P2	P2	P3	P3
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	< 10	$5,0 \times 10^1$	< 10	< 10	< 10
B. E. A. M. (UFC)	$1,9 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^1$	$2,4 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$
B. E. An. M. (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	4
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. An. M. = bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; B. E. An. P. = bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas.

* Resultados em mililitros (mL^{-1})

** Resultados em gramas (g^{-1})

A fabricação de requeijão cremoso tem seu início na obtenção do leite destinado a dar origem à massa para fusão. A qualidade deste leite tem íntima relação com a higiene de ordenha e transporte. Esta qualidade influencia o processamento e as características básicas do produto final, especialmente em termos de aparência, consistência, sabor, aroma, e principalmente, vida-de-prateleira (MARTINS, 1981).

No Quadro 4.5, observa-se que não foi detectada a presença de coliformes totais ou fecais nas amostras de leite aquecido a 70°C , o que indica a utilização de matéria-prima de qualidade e a realização adequada de tratamento térmico. Fontes de contaminação do leite empregado para a produção da massa são o ambiente, o próprio animal, o operador de ordenha, os recipientes de coleta e

transporte do leite, o equipamento de ordenha, o alimento dado ao animal durante a ordenha, as instalações industriais, dentre outros (OLIVEIRA, 1986).

Não foi detectada também a presença de coliformes totais ou fecais nas massas obtidas para os processamentos P1, P2 e P3. Nas amostras de requeijão cremoso (RCC, RCF1, RCF2 e RCF3), não foi detectada a presença de coliformes totais ou fecais, como pode ser observado no Quadro 4.6.

No leite utilizado no processamento P2, foi detectada a presença de bolores e leveduras. No entanto, na massa obtida a partir deste leite não há presença de bolores e leveduras, como apresenta o Quadro 4.5. Observando o Quadro 4.6, verifica-se que nos requeijões fabricados nos processamentos P1, P2 e P3 também não há presença de bolores e leveduras.

Normalmente, os bolores, leveduras e coliformes são destruídos durante o processo de cozimento. No entanto, quando as condições higiênicas são falhas, podem recontaminar o requeijão facilmente, durante o manuseio na fase final do processamento e na estocagem, dando origem a um crescimento de microrganismos na parte externa, o que resulta em defeitos de crosta coloração, sabor e odor. Normalmente, os bolores são menos exigentes que as leveduras e as bactérias em relação à umidade, pH, temperatura e nutrientes (MORENO, 2000).

Foi detectada a presença de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas no leite e na massa de todos os processamentos (Quadro 4.5), assim como, em todos os requeijões (RCC, RCF1, RCF2 e RCF3) nos períodos avaliados (Quadro 4.6). Os índices detectados nos requeijões mantiveram-se entre 2×10^1 e $2,8 \times 10^3$ UFC/g. Contudo, nenhuma alteração foi observada nos requeijões durante 90 dias sob refrigeração. SILVA (2003) também observou contagem 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 durante 60 dias de estocagem sob refrigeração. De forma semelhante, GALLINA (2005) detectou a presença de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas com variação entre 5×10^1 e 4×10^4 UFC/g, e não observou alteração nos requeijões também acondicionados em copos, durante o período de 90 dias sob refrigeração.

Observa-se no Quadro 4.6 que os índices de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas se mantiveram ou apresentaram pequeno aumento ao longo da estocagem sob refrigeração, provavelmente devido à baixa concentração de oxigênio no requeijão envasado em copos de vidro, com a tampa abre-fácil. ALVES (2004) verificou que a quantidade média de oxigênio no espaço-livre deste tipo de embalagem é de 0,006mL de O₂/g de requeijão cremoso. No envase em copo de vidro, há formação de vácuo parcial devido ao enchimento a quente do produto e à injeção de vapor no processo de fechamento da embalagem, o que leva a uma menor pressão parcial de oxigênio no espaço-livre e, conseqüentemente, a uma menor solubilização deste gás no produto. Isto porque, de acordo com HERNANDEZ et al. (2000) citado por ALVES (2004), a concentração de oxigênio dissolvido no produto é diretamente proporcional à pressão parcial de oxigênio.

Bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas foram detectadas somente na massa do processamento P3 (Quadro 4.5). Nas amostras de requeijão cremoso, foi detectada a presença de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas nos processamentos P2 e P3 (Quadro 4.6). Nenhuma alteração na cor, odor e textura dos requeijões foi observada durante o período de 90 dias sob refrigeração.

A utilização do método de conservação do leite cru pelo frio conduz a uma redução dos problemas de acidificação causados pelo desenvolvimento de bactérias lácticas, que constitui a microbiota predominante de leite mantido em temperaturas superiores a 10°C. Deve-se considerar que a conservação do leite pelo frio influi de forma considerável na natureza de sua microbiota contaminante inicial, tendo em vista que a imediata refrigeração e a manutenção nesta condição reduzem a velocidade de crescimento da população bacteriana. No entanto, estas temperaturas favorecem o crescimento dos psicotróficos, que são capazes de se desenvolver em temperaturas de refrigeração (2-7°C), independente de sua temperatura ótima de crescimento. As bactérias psicotróficas são destruídas pelo tratamento térmico, porém, suas enzimas são resistentes e, mesmo presentes em baixas concentrações, permanecem ativas, promovendo alterações de qualidade

em leite e queijos, como sabor e odor desagradáveis (frutas, envelhecido, amargo, pútrido e de ranço) e defeitos físicos como, por exemplo, aumento de viscosidade e mudanças de coloração (MORENO, 2000).

Bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas não foram detectadas no leite e na massa dos processamentos, o que indica a boa qualidade da matéria-prima utilizada, e a qualidade do produto ao longo do período de estocagem a frio. Também não foram detectadas estas bactérias nos requeijões processados.

Quadro 4.6 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3.

Amostr		P1/1d	P1/30d	P1/60d	P1/90d	P2/1d	P2/30d	P2/60d	P2/90d	P3/1d	P3/30d	P3/60d	P3/90d
a	Análises												
RCC	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$1,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$5,1 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$6,0 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$	$1,6 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	7	4	< 3	7	4	< 3	4	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
RCF1	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$1,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	$1,4 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	3	< 3	4	4	7	11	4	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3

Quadro 4.6 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3. (Continuação).

Amostr		P1/1d	P1/30d	P1/60d	P1/90d	P2/1d	P2/30d	P2/60d	P2/90d	P3/1d	P3/30d	P3/60d	P3/90d
a	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$6,7 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$6,0 \times 10^1$	$9,0 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$	$2,2 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	4	9	23	4	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
RCF2	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$1,9 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	3	9	4	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
RCF3	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$1,9 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	3	9	4	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3

NMP = número mais provável; UFC = unidades formadoras de colônias; B. E. A. M. = bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas; B. E. An. M. = bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; B. E. An. P. = bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas.
 (-) = não determinado

4.2.3. Análise do Perfil de Textura

O perfil de textura dos requeijões RCC, RCF1, RCF2 e RCF3 descrito pelos parâmetros firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade, obtidos pela análise em Texturômetro TA-XT2, operando em modo TPA, está apresentado pelos Quadros 4.7 e 4.8.

No Quadro 4.7, observa-se um aumento significativo ($p < 0,05$) da firmeza e da adesividade do RCF2 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]HPX) ao longo do período de estocagem. Os demais requeijões apresentam o mesmo comportamento, com exceção do RCF3 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]Synergy1), que no período de 60 para 90 dias de estocagem mostra redução significativa na firmeza e na adesividade. O aumento da firmeza e da adesividade dos produtos é explicada pela absorção gradativa de água pela fibra e pelo concentrado de proteína de soro (WPC 34%) nos requeijões adicionados de fibra e no requeijão controle, respectivamente.

Ao trabalhar com requeijão cremoso light e requeijão cremoso light UHT, ambos com adição de WPC 34%, GALLINA (2005) também observou aumento da firmeza dos produtos ao longo do período de estocagem. O requeijão cremoso light variou de 63,359 no primeiro dia de estocagem a 70,947 ao final de 90 dias. O requeijão cremoso light UHT, por sua vez, variou de 31,988 a 57,948 entre o primeiro dia e ao final de 180 dias de estocagem.

No requeijão RCF2, no entanto, percebe-se que os parâmetros firmeza, adesividade e gomosidade aumentaram mais que 100% no período de 1 para 30 dias de estocagem (Quadro 4.7). Este grande aumento dos parâmetros citados se deve, provavelmente, à adição de caseinato de cálcio neste produto. O objetivo do caseinato foi de garantir ao produto uma textura característica, porém o efeito deste ingrediente demora cerca de 15 dias para ocorrer. A Figura 4.6 ilustra a variação de firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade dos requeijões ao longo do período de estocagem de 90 dias.

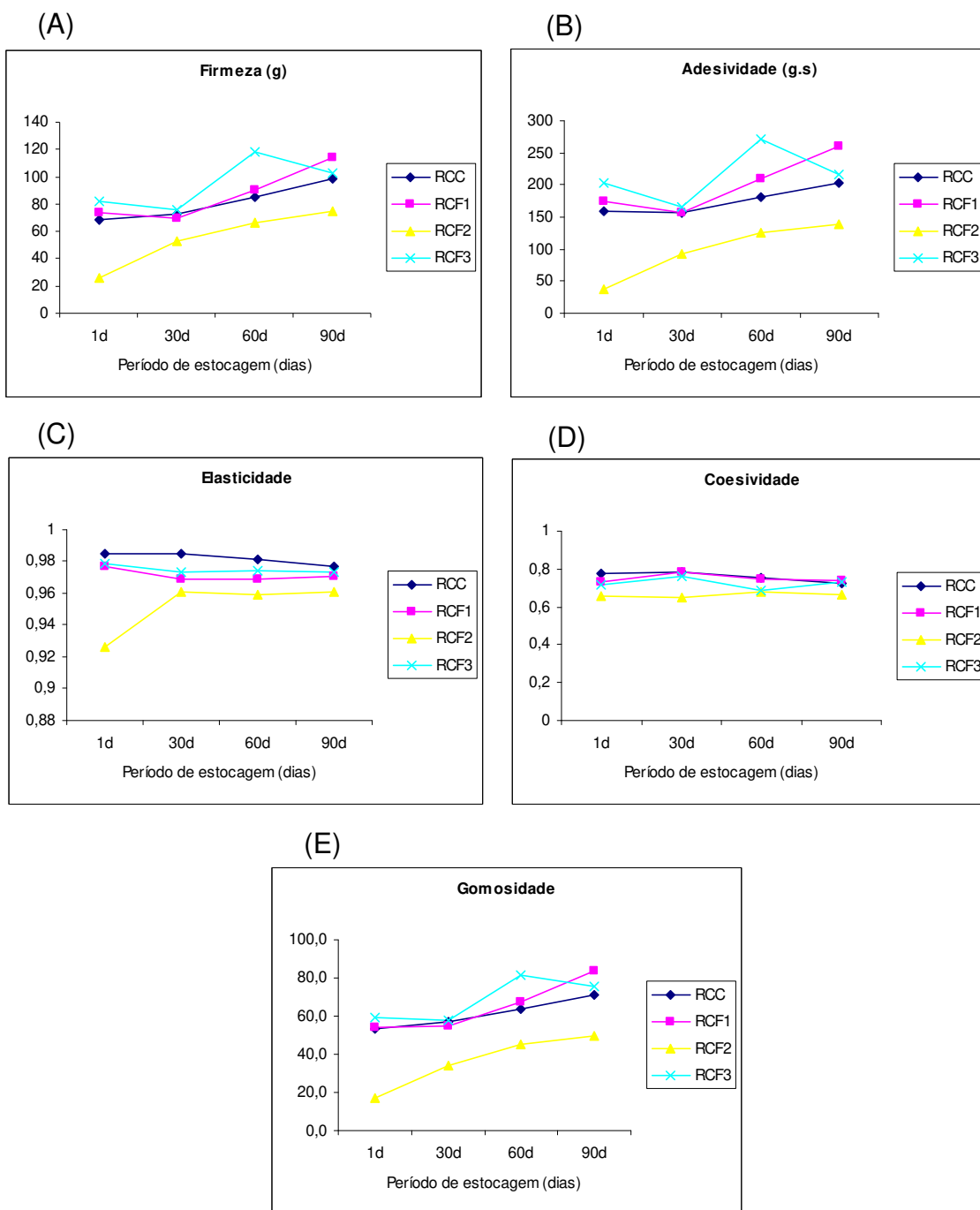


Figura 4.6 Gráficos obtidos para os parâmetros de firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C), coesividade (D) e gomosidade (E) na avaliação do perfil de textura das amostras de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RCF1), 6,7% de Beneo®HPX (RCF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Quadro 4.7 Avaliação dos parâmetros de textura ao longo do período de estocagem do processamento P3 (n = 3).

Amostra	Parâmetro	Dias				d.m.s.(5%)
		1d	30d	60d	90d	
RCC	Firmeza (g)	68,481 ± 6,807 c	72,987 ± 1,946 c	84,668 ± 1,743 b	98,181 ± 1,748 a	9,8019
	Adesividade ¹ (g.s)	158,991 ± 15,669 b	156,931 ± 2,681 b	180,097 ± 9,166 ab	202,398 ± 0,676 a	24,0060
	Elasticidade ²	0,985 ± 0,005 a	0,985 ± 0,001 a	0,981 ± 0,002 a	0,977 ± 0,003 a	0,0084
	Coabilidade ²	0,779 ± 0,017 a	0,784 ± 0,015 a	0,752 ± 0,011 ab	0,724 ± 0,012 b	0,0366
	Gomosidade ²	53,265 ± 4,254 c	57,233 ± 0,473 c	63,661 ± 1,001 b	71,026 ± 1,478 a	6,0626
RCF1	Firmeza (g)	74,006 ± 3,017 c	69,657 ± 2,385 c	89,836 ± 4,533 b	113,883 ± 1,374 a	7,9760
	Adesividade ¹ (g.s)	174,268 ± 8,993 c	156,606 ± 2,972 c	208,650 ± 13,666 b	260,655 ± 12,830 a	27,4570
	Elasticidade ²	0,977 ± 0,001 a	0,969 ± 0,001 b	0,969 ± 0,002 b	0,971 ± 0,002 b	0,0048
	Coabilidade ²	0,729 ± 0,005 b	0,785 ± 0,018 a	0,750 ± 0,016 ab	0,738 ± 0,014 b	0,0370
	Gomosidade ²	53,982 ± 2,200 c	54,632 ± 0,642 c	67,320 ± 3,345 b	84,030 ± 1,094 a	5,4910
RCF2	Firmeza (g)	25,539 ± 0,619 d	52,543 ± 1,775 c	66,521 ± 2,789 b	74,394 ± 2,978 a	5,8728
	Adesividade ¹ (g.s)	37,151 ± 4,667 c	93,046 ± 6,627 b	126,375 ± 8,191 a	138,540 ± 1,676 a	15,2240
	Elasticidade ²	0,926 ± 0,016 b	0,961 ± 0,008 a	0,959 ± 0,005 a	0,961 ± 0,006 a	0,0256
	Coabilidade ²	0,654 ± 0,016 a	0,647 ± 0,010 a	0,682 ± 0,021 a	0,665 ± 0,023 a	0,0480
	Gomosidade ²	16,718 ± 0,429 c	34,013 ± 0,828 b	45,393 ± 1,987 a	49,490 ± 3,139 a	5,0074
RCF3	Firmeza (g)	82,053 ± 1,634 c	75,663 ± 4,569 c	117,777 ± 4,271 a	102,845 ± 5,602 b	11,1830
	Adesividade ¹ (g.s)	202,989 ± 2,224 b	165,872 ± 10,992 c	272,077 ± 8,002 a	216,316 ± 10,009 b	22,2630
	Elasticidade ²	0,979 ± 0,002 a	0,973 ± 0,003 a	0,974 ± 0,002 a	0,973 ± 0,003 a	0,0069
	Coabilidade ²	0,719 ± 0,012 bc	0,760 ± 0,006 a	0,688 ± 0,014 c	0,734 ± 0,018 ab	0,0348
	Gomosidade ²	58,980 ± 0,903 b	57,521 ± 3,075 b	81,138 ± 4,433 a	75,394 ± 2,680 a	7,9633

¹Valores em módulo ²Valores adimensionais Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.
d.m.s. diferença mínima significativa.

O Quadro 4.8 compara os parâmetros de textura entre as amostras de requeijão cremoso em cada período de estocagem. Apesar do grande aumento de firmeza e adesividade do requeijão RCF2, verifica-se no Quadro 4.8 que, em todos os períodos de análise, este produto possui valores para estes parâmetros significativamente menores ($p < 0,05$) que os demais requeijões.

A alta concentração de fibra (6,7%) presente no RCF2 e o tipo de fibra utilizada (Beneo[®]HPX) tendem a reduzir sua firmeza. Para minimizar o problema, seu extrato seco total (EST) foi aumentado, sendo significativamente maior em relação ao requeijão controle em todos os pontos de análise (Quadro 4.4). No entanto, o teor de umidade do RCF2 não pode ser reduzido até ser alcançada a textura desejada (maior firmeza), pois para que a fibra se mantenha solúvel no produto ao longo da estocagem, é necessária uma quantidade mínima de água. Mesmo com pequena redução do teor de umidade, parte da fibra adicionada cristalizou durante o armazenamento, resultando no defeito de arenosidade do produto, que foi detectado pela análise sensorial.

Os demais requeijões com fibra (RCF1 e RCF3) apresentaram parâmetros de textura numericamente próximos aos do requeijão controle (RCC). No período de 30 dias, por exemplo, somente a elasticidade do requeijão RCF3 foi significativamente maior que o controle. Nos demais parâmetros, os requeijões RCF1 e RCF3 não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparados com o RCC.

Quadro 4.8 Comparação dos parâmetros de textura entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 3).

Parâmetro	Amostra	Dias			
		1d	30d	60d	90d
Firmeza (g)	RCC	68,481 ± 6,807 b	72,987 ± 1,946 a	84,668 ± 1,743 b	98,181 ± 1,748 b
	RCF1	74,006 ± 3,017 ab	69,657 ± 2,385 a	89,836 ± 4,533 b	113,883 ± 1,374 a
	RCF2	25,539 ± 0,619 c	52,543 ± 1,775 b	66,521 ± 2,789 c	74,394 ± 2,978 c
	RCF3	82,053 ± 1,634 a	75,663 ± 4,569 a	117,777 ± 4,271 a	102,845 ± 5,602 b
	d.m.s.(5%)	9,9979	7,5665	9,2078	8,7889
Adesividade ¹ (g.s)	RCC	158,991 ± 15,669 b	156,931 ± 2,681 a	180,097 ± 9,166 c	202,398 ± 0,676 b
	RCF1	174,268 ± 8,993 b	156,606 ± 2,972 a	208,650 ± 13,666 b	260,655 ± 12,830 a
	RCF2	37,151 ± 4,667 c	93,046 ± 6,627 b	126,375 ± 8,191 d	138,540 ± 1,676 c
	RCF3	202,989 ± 2,224 a	165,872 ± 10,992 a	272,077 ± 8,002 a	216,316 ± 10,009 b
	d.m.s.(5%)	24,5670	17,5770	26,2100	21,4040
Elasticidade ²	RCC	0,985 ± 0,005 a	0,985 ± 0,001 a	0,981 ± 0,002 a	0,977 ± 0,003 a
	RCF1	0,977 ± 0,001 a	0,969 ± 0,001 ab	0,969 ± 0,002 b	0,971 ± 0,002 ab
	RCF2	0,926 ± 0,016 b	0,961 ± 0,008 c	0,959 ± 0,005 c	0,961 ± 0,006 b
	RCF3	0,979 ± 0,002 a	0,973 ± 0,003 b	0,974 ± 0,002 ab	0,973 ± 0,003 a
	d.m.s.(5%)	0,0220	0,0115	0,0083	0,0106
Coesividade ²	RCC	0,779 ± 0,017 a	0,784 ± 0,015 a	0,752 ± 0,011 a	0,724 ± 0,012 a
	RCF1	0,729 ± 0,005 b	0,785 ± 0,018 a	0,750 ± 0,016 a	0,738 ± 0,014 a
	RCF2	0,654 ± 0,016 c	0,647 ± 0,010 b	0,682 ± 0,021 b	0,665 ± 0,023b
	RCF3	0,719 ± 0,012 b	0,760 ± 0,006 a	0,688 ± 0,014 b	0,734 ± 0,018 a
	d.m.s.(5%)	0,0353	0,0340	0,0418	0,0456
Gomosidade ²	RCC	53,265 ± 4,254 a	57,233 ± 0,473 a	63,661 ± 1,001 b	71,026 ± 1,478 b
	RCF1	53,982 ± 2,200 a	54,632 ± 0,642 a	67,320 ± 3,345 b	84,030 ± 1,094 a
	RCF2	16,718 ± 0,429 b	34,013 ± 0,828 b	45,393 ± 1,987 c	49,490 ± 3,139 c
	RCF3	58,980 ± 0,903 a	57,521 ± 3,075 a	81,138 ± 4,433 a	75,394 ± 2,680 b
	d.m.s.(5%)	6,3960	4,2915	7,8214	5,9071

¹Valores em módulo ²Valores adimensionais d.m.s. diferença mínima significativa.

4.2.4. Cor

A cor é definida por meio de uma escala tridimensional (L^* , a^* , b^*), porém, para a avaliação dos requeijões cremosos, somente os parâmetros L^* (luminosidade, variando do branco ao negro) e b^* ($+b$, amarelo) foram utilizados, pois a cor dos queijos fundidos varia do creme ao branco.

Foi avaliado também o índice de brancura (IB) – Hunter Lab dos requeijões, considerando que a adição de fibra pode alterar a cor dos produtos, causando escurecimento ou tornando-os amarelados, reduzindo assim o índice de brancura. O índice de brancura foi calculado pelo programa de cor do colorímetro utilizando a equação de Taube's (Whiteness):

$X = 3,388Z - 3Y$; 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.

As Figuras 4.7, 4.8 e 4.9 ilustram os resultados médios da cor (L^* , b^* e IB) para os requeijões cremosos (RCC, RCF1, RCF2 e RCF3) fabricados nos processamentos 1, 2 e 3 da etapa 1 deste trabalho, durante o período de 90 dias de estocagem.

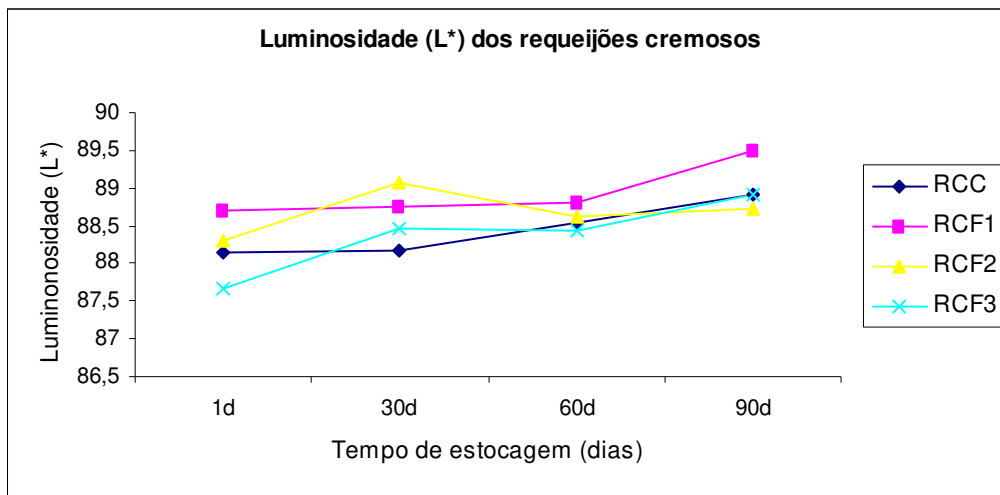


Figura 4.7 Luminosidade (L^*) de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RCF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

No Quadro 4.9, observa-se que todas as amostras de requeijão apresentaram uma tendência de se manterem estáveis em relação aos parâmetros de cor ao longo do período de 90 dias.

Quanto à luminosidade (L^*), a amostra RCF2 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]HPX) não apresentou variação significativa durante o período de estocagem. As demais amostras apresentaram aumento significativo ($p < 0,05$) de luminosidade, sendo que a amostra controle (RCC) e o requeijão com 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1) tiveram este aumento no período de 90 dias. A amostra com 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3), por sua vez, teve este aumento no período de 30 dias, mantendo-se significativamente estável nos períodos seguintes. Este comportamento pode ser visualizado na Figura 4.7.

Os requeijões RCC e RCF3 apresentaram estabilidade em relação à cor amarela durante o armazenamento. Nos requeijões com adição de Beneo[®]HPX (RCF1 e RCF2), verifica-se que houve redução significativa da cor amarela. No requeijão com 3,3% da fibra (RCF1) a redução ocorreu somente no período de 90 dias, e no requeijão com 6,7% da fibra (RCF2), ocorreu inicialmente, no período de 30 dias, mantendo-se estável nos períodos seguintes.

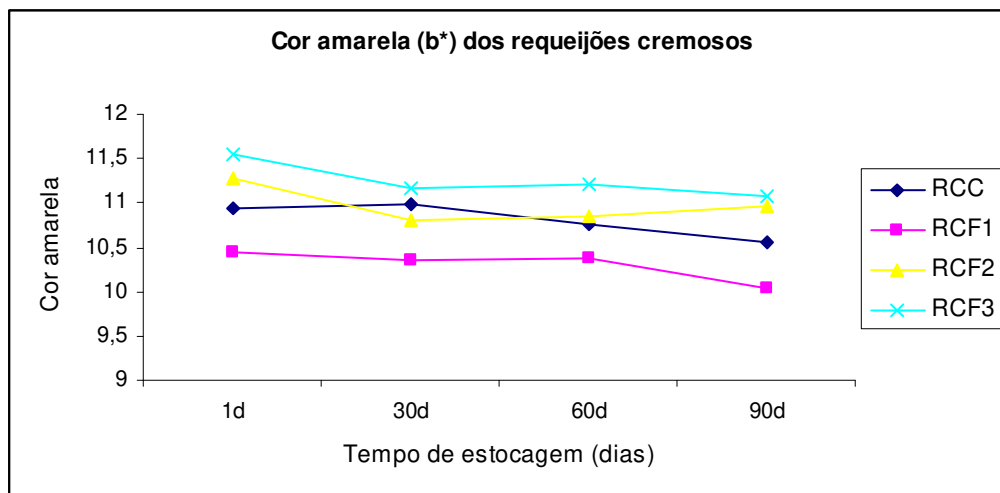


Figura 4.8 Cor amarela (b^*) de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RCF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

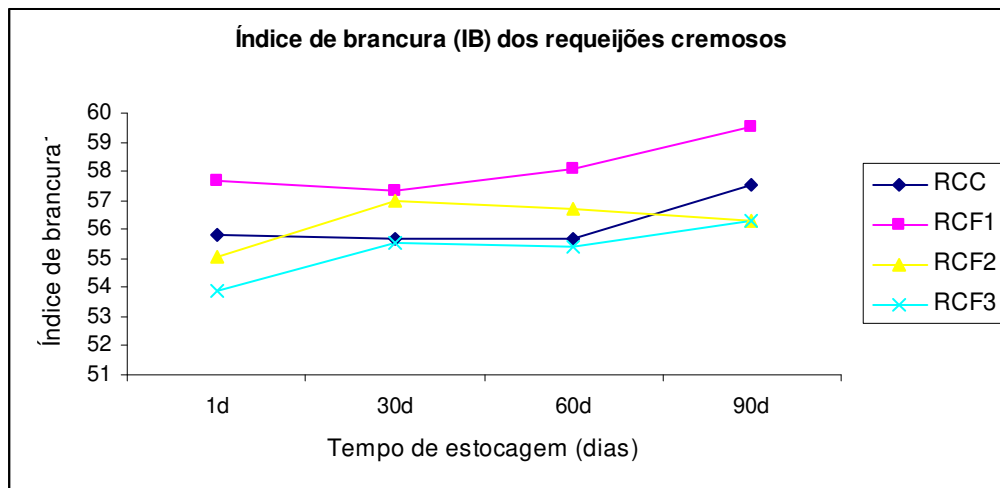


Figura 4.9 Índice de brancura (IB) de requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RCF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Quanto ao índice de brancura, o requeijão controle não apresentou variação significativa ao longo da estocagem (Quadro 4.9). Nas amostras RCF2 e RCF3 foi observada redução significativa do índice de brancura no período de 30 dias.

Quadro 4.9 Avaliação da cor (L^* , b^* , IB) ao longo do período de estocagem dos processamentos P1, P2 e P3 (n = 9).

Variável	Amostra	Dias				d.m.s. (5%)
		1d	30d	60d	90d	
Luminosidade (L^*)	RCC	88,15 ± 0,57 b	88,16 ± 0,18 b	88,53 ± 0,46 ab	88,92 ± 0,49 a	0,57
Amarelo (b^*)		10,93 ± 0,66 a	10,99 ± 0,45 a	10,75 ± 0,35 a	10,56 ± 0,36 a	0,60
Índice de Brancura		55,81 ± 2,23 a	55,67 ± 1,28 a	55,65 ± 2,19 a	57,50 ± 1,16 a	2,28
Luminosidade (L^*)	RCF1	88,71 ± 0,51 b	88,76 ± 0,67 b	88,80 ± 0,61 ab	89,49 ± 0,42 a	0,71
Amarelo (b^*)		10,44 ± 0,30 a	10,36 ± 0,26 ab	10,37 ± 0,20 a	10,03 ± 0,25 b	0,32
Índice de Brancura		57,69 ± 1,15 ab	57,32 ± 2,25 b	58,10 ± 0,95 ab	59,51 ± 0,93 a	1,82
Luminosidade (L^*)	RCF2	88,29 ± 0,58 a	89,07 ± 0,41 a	88,62 ± 0,59 a	88,73 ± 0,88 a	0,81
Amarelo (b^*)		11,27 ± 0,23 a	10,81 ± 0,21 b	10,86 ± 0,22 b	10,97 ± 0,43 ab	0,36
Índice de Brancura		55,02 ± 1,13 b	56,95 ± 0,59 a	56,69 ± 1,09 a	56,30 ± 1,99 ab	1,66
Luminosidade (L^*)	RCF3	87,67 ± 0,44 b	88,46 ± 0,41 a	88,43 ± 0,63 a	88,91 ± 0,48 a	0,63
Amarelo (b^*)		11,54 ± 0,70 a	11,17 ± 0,48 a	11,20 ± 0,72 a	11,07 ± 0,42 a	0,75
Índice de Brancura		53,87 ± 2,04 b	55,53 ± 1,23 ab	55,43 ± 2,41 ab	56,26 ± 1,31 a	2,31

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância; d.m.s. diferença mínima significativa.

Verifica-se, no Quadro 4.10, que a amostra RCC apresenta cor amarela numericamente menor que os demais requeijões, e com valor significativamente menor que a amostra RCF3 em todos os períodos avaliados. De acordo com GIGANTE (1998), MEYER (1973) e FURTADO e LOURENÇO NETO (1994), a cor amarela pode ser influenciada pelo teor de lactose, uso de concentrado de proteína de soro (CPS), teor de extrato seco total (EST) e gordura no extrato seco total (GES), e pH. Os requeijões RCF2 e RCF3 apresentam valor de EST significativamente superior aos demais requeijões (Quadro 4.4). Além disso, as duas amostras são adicionadas de concentrado de proteína de soro, Dairy-Lo e WPC 34%, respectivamente.

Quadro 4.10 Comparação da cor (L^* , b^* , IB) entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9).

Variável	Amostra	Dias			
		1d	30d	60d	90d
Luminosidade (L^*)	RCC	88,15 ± 0,57 ab	88,16 ± 0,18 c	88,53 ± 0,46 a	88,92 ± 0,49 a
	RCF1	88,71 ± 0,51 a	88,76 ± 0,67 ab	88,80 ± 0,61 a	89,49 ± 0,42 a
	RCF2	88,29 ± 0,58 ab	89,07 ± 0,41 a	88,62 ± 0,59 a	88,73 ± 0,88 a
	RCF3	87,67 ± 0,44 b	88,46 ± 0,41 bc	88,43 ± 0,63 a	88,91 ± 0,48 a
	d.m.s.(5%)	0,67	0,58	0,74	0,76
Amarelo (b^*)	RCC	10,93 ± 0,66 ab	10,99 ± 0,45 a	10,75 ± 0,35 ab	10,56 ± 0,36 b
	RCF1	10,44 ± 0,30 b	10,36 ± 0,26 b	10,37 ± 0,20 b	10,03 ± 0,25 c
	RCF2	11,27 ± 0,23 a	10,81 ± 0,21 ab	10,86 ± 0,22 ab	10,97 ± 0,43 ab
	RCF3	11,54 ± 0,70 a	11,17 ± 0,48 a	11,20 ± 0,72 a	11,07 ± 0,42 a
	d.m.s.(5%)	0,65	0,47	0,54	0,47
Índice de brancura	RCC	55,81 ± 2,23 ab	55,67 ± 1,28 a	55,65 ± 2,19 b	57,50 ± 1,16 b
	RCF1	57,69 ± 1,15 a	57,32 ± 2,25 a	58,10 ± 0,95 a	59,51 ± 0,93 a
	RCF2	55,02 ± 1,13 b	56,95 ± 0,59 a	56,69 ± 1,09 ab	56,30 ± 1,99 b
	RCF3	53,87 ± 2,04 b	55,53 ± 1,23 a	55,43 ± 2,41 b	56,26 ± 1,31 b
	d.m.s.(5%)	2,18	1,86	2,27	1,79

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

O requeijão controle (RCC), apesar de apresentar EST inferior ao requeijão RCF1 na maior parte dos períodos avaliados, é adicionado de WPC 34% (rico em lactose). No requeijão RCF1, não foi necessária a adição de concentrado de

proteína de soro (CPS), pois a fibra adicionada (Beneo[®]HPX) na concentração de 3,3% desempenhou a função de mimético de gordura. Portanto, o baixo valor de EST do RCF1, quando comparado aos demais requeijões com fibra, e a ausência de concentrado de proteína de soro em sua formulação sugerem uma explicação para o seu menor valor de cor amarela.

Um comportamento similar é observado em relação ao índice de brancura, com exceção do período de 30 dias, em que não há diferença significativa entre o índice de brancura das amostras de requeijão. Nos demais períodos, o maior valor de IB da amostra RCF1, que não possui concentrado de proteína de soro em sua formulação, sugere a influência do teor de CPS (rico em lactose) sobre a redução deste parâmetro de cor.

4.3. Desenvolvimento de Requeijão Cremoso sem Adição de Gordura com Adição de Diferentes Concentrações de Fibras Beneo[®]HPX e Beneo[®]Synergy1

Na etapa 2 do trabalho foram fabricados e analisados os requeijões cremosos sem gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% da mesma fibra (RZF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3), além do requeijão cremoso controle sem gordura e sem adição de fibra (RZC).

4.3.1. Avaliações Físico-químicas – Matérias-primas e Requeijões

Os valores médios dos resultados de análises físico-químicas do leite cru desnatado e massa utilizados nos processamentos P4, P5 e P6 são apresentados no Quadro 4.11. O mesmo Quadro também mostra os resultados das análises do soro proveniente da coagulação ácida a quente do leite utilizado.

Certos atributos físico-químicos como pH, acidez, teor de gordura, extrato seco total (EST), proteína, entre outros, devem ser considerados e conhecidos, pois são de grande importância na manufatura de queijo fundido (VALLE, 1981). Sendo assim, os principais controles realizados na matéria-prima consistem nos teores de gordura, proteína, EST, pH e acidez (VAN DENDER, 2000).

Quadro 4.11 Valores médios da composição da matéria-prima utilizada na fabricação dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC).

Análises	Amostras (média ± desvio padrão)		
	Leite	Soro	Massa
pH	6,67 ± 0,08	5,22 ± 0,16	5,56 ± 0,02
Acidez*	15,61 ± 3,70	25,50 ± 3,61	-
Gordura (g/100g)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	2,13 ± 0,79
Densidade (g/mL)	1,03 ± 0,00	-	-
EST (g/100g)	8,49 ± 0,73	5,80 ± 0,33	41,60 ± 0,79
Proteína Total (g/100g)	3,10 ± 0,56	-	32,71 ± 1,15
Cinzas (g/100g)	-	-	2,30 ± 0,09

(-) = não determinado.

(*) os valores de acidez titulável são dados em graus Dornic (°D).

No Quadro 4.11, observa-se que o valor médio de pH do leite encontra-se dentro do intervalo (6,5 a 6,7) sugerido por MARTINS (1981). A acidez do leite, no valor de 15,62°D, também está no intervalo (13 e 18°D) sugerido pelo mesmo autor.

Segundo OLIVEIRA (1986), o pH da massa deve variar de 5,2 a 5,7 para que se obtenha uma fusão homogênea. Observa-se, no Quadro 4.11, que o valor médio de pH da massa (5,56) encontra-se neste intervalo. A massa obtida neste estudo não foi lavada, tendo sido realizadas apenas a primeira dessoragem, enformagem e prensagem.

RAPACCI (1997), ao trabalhar com acidificação direta a quente, obteve valores de pH de 5,68 para a massa e 5,28 para o soro. O pH médio do soro observado no Quadro 4.11 é muito próximo (5,22) ao encontrado pela autora.

Quanto à proteína total da massa, o valor médio encontrado foi de 32,71%, superior ao encontrado (31,82%) por GALLINA (2005), que também trabalhou com leite desnatado na obtenção da massa.

O Quadro 4.12 apresenta os valores médios para a caracterização (1 ou 2 dias após o processamento) dos requeijões cremosos sem gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% da mesma fibra (RZF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3), além do requeijão cremoso controle sem gordura e sem adição de fibra (RZC), que foram fabricados nos processamentos P4, P5 e P6.

Observa-se que os valores de pH das amostras de requeijão variam entre 5,82 e 5,88. Estes valores estão dentro do intervalo (5,4-6,20) indicado por FERNANDES et al. (1985) e RAPACCI e VAN DENDER (1998). SILVA (2003) obteve valores similares, entre 5,71 e 5,86 para pH de requeijão cremoso light também obtido por acidificação direta a quente sem lavagem da massa.

Quadro 4.12 Valores médios obtidos para a caracterização dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC) (n = 9).

	RZC	RZF1	RZF2	RZF3	d.m.s.(5%)
pH	5,88 ± 0,07 a	5,83 ± 0,06 b	5,85 ± 0,07 ab	5,82 ± 0,08 b	0,032
ACIDEZ (g/100g)	0,59 ± 0,15 c	0,73 ± 0,10 ab	0,76 ± 0,06 a	0,66 ± 0,06 bc	0,085
EST (g/100g)	20,07 ± 0,44 c	23,57 ± 1,04 b	25,54 ± 1,12 a	26,04 ± 0,74 a	0,722
GORDURA (g/100g)	1,12 ± 0,52 a	1,20 ± 0,43 a	1,18 ± 0,42 a	1,15 ± 0,37 a	0,103
GES (g/100g EST)	5,54 ± 2,57 a	5,19 ± 2,06 ab	4,68 ± 1,88 bc	4,46 ± 1,57 c	0,570
PT (g/100g)	15,12 ± 0,83 ab	15,45 ± 0,46 a	14,48 ± 0,61 c	14,52 ± 0,27 bc	0,624
NS pH 4,6 (g/100g)	0,14 ± 0,01 a	0,13 ± 0,02 b	0,13 ± 0,02 b	0,14 ± 0,00 ab	0,010
NNP (g/100g)	0,05 ± 0,02 a	0,07 ± 0,03 a	0,06 ± 0,03 a	0,07 ± 0,01 a	0,034
CINZAS (g/100g)	2,44 ± 0,47 a	2,63 ± 0,56 a	2,50 ± 0,50 a	2,46 ± 0,56 a	0,669
CLORETO DE SÓDIO (g/100g)	0,81 ± 0,01 b	0,89 ± 0,05 a	0,86 ± 0,03 ab	0,89 ± 0,07 a	0,058
CALCIO (mg/100g)	313,96 ± 34,48 a	344,09 ± 50,63 a	324,99 ± 43,10 a	334,26 ± 58,44 a	60,67
FOSFORO (mg/100g)	398,00 ± 16,06 b	443,05 ± 25,70 ab	441,66 ± 43,75 ab	453,22 ± 60,04 a	51,235
MAGNESIO (mg/100g)	13,75 ± 1,51 a	16,67 ± 3,83 a	13,90 ± 1,89 a	14,78 ± 2,48 a	3,296
SODIO (mg/100g)	535,65 ± 62,51 a	604,91 ± 82,21 a	594,82 ± 112,33 a	624,82 ± 172,44 a	147,040

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

Em relação ao extrato seco total dos requeijões, verifica-se que os valores médios variam de 20,07 a 26,04% para a amostra controle (RZC) e a amostra com

6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3), respectivamente. Na definição das formulações, houve a necessidade de aumento de teor de umidade destes produtos, a fim de compensar a falta da adição de gordura (creme de leite). De acordo com FERNANDES (1981b), a adição de gordura diminui consideravelmente a viscosidade e a consistência se torna macia e adquire um aspecto amanteigado.

Observa-se que o requeijão controle (RZC) apresenta menor valor de EST, o que é explicado pela sua falta de fibra. Nos demais requeijões, a fibra adicionada exerceu, em parte, a função da gordura, aumentando a maciez do produto, não havendo necessidade de aumentar muito os seus teores de umidade. Os produtos RZF2 e RZF3, que contêm maior teor de fibra (6,7% de Beneo[®]HPX e 6,7% de Beneo[®]Synergy1), apresentam valor de EST significativamente maior.

GALLINA (2005), trabalhando com requeijão cremoso light UHT, também precisou reduzir o extrato seco total dos produtos desenvolvidos para que estes tivessem fluidez suficiente para passar pela tubulação, receber o tratamento UHT e ser acondicionado na embalagem longa vida. Em seu estudo, o valor médio de EST do requeijão cremoso light UHT foi de 25,60%. SILVA (2003), no entanto, obteve valor de 31,71% para requeijão cremoso light acondicionado em copo.

Os teores de gordura das amostras de requeijão variaram de 1,12 a 1,20%. Apesar de não ter ocorrido adição de gordura (creme de leite) durante o processamento, a massa utilizada apresentou teor de gordura de 2,13% (Quadro 4.11), que foi proveniente do leite desnatado utilizado.

Apesar do baixo valor de EST, os requeijões apresentaram teor de proteína variando entre 15,45 e 14,48%. GALLINA (2005) obteve valor médio de 11,44% de proteína total para requeijão cremoso integral e de 15,21% para requeijão cremoso light. Observou-se, portanto, que mesmo com o valor de EST mais baixo em relação aos produtos de outros estudos, os requeijões sem adição de gordura não apresentaram baixo teor de proteína total. Isto se deve ao fato da baixa concentração de gordura causar um aumento no teor de proteína, pois o extrato seco total passa a ser constituído praticamente apenas por proteína.

Quanto aos teores de cinzas, cálcio, magnésio e sódio, observa-se que não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de requeijão sem adição de gordura.

O Quadro 4.13 apresenta a composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem de 90 dias. Os valores médios de pH de todos os requeijões fabricados na etapa 2 (RZC, RZF1, RZF2 e RZF3) não variaram significativamente ($p < 0,05$) ao longo da estocagem. A Figura 4.10 ilustra este comportamento.

Os valores de pH das amostras se encontram entre 5,80 e 5,89. Valores próximos aos encontrados nos requeijões fabricados na etapa 1 deste trabalho, em que o pH das amostras de requeijão cremoso light variaram de 5,77 a 5,91. SILVA (2003) acompanhou a variação de pH de requeijão cremoso light por 120 dias e encontrou resultados entre 5,64 e 5,86.

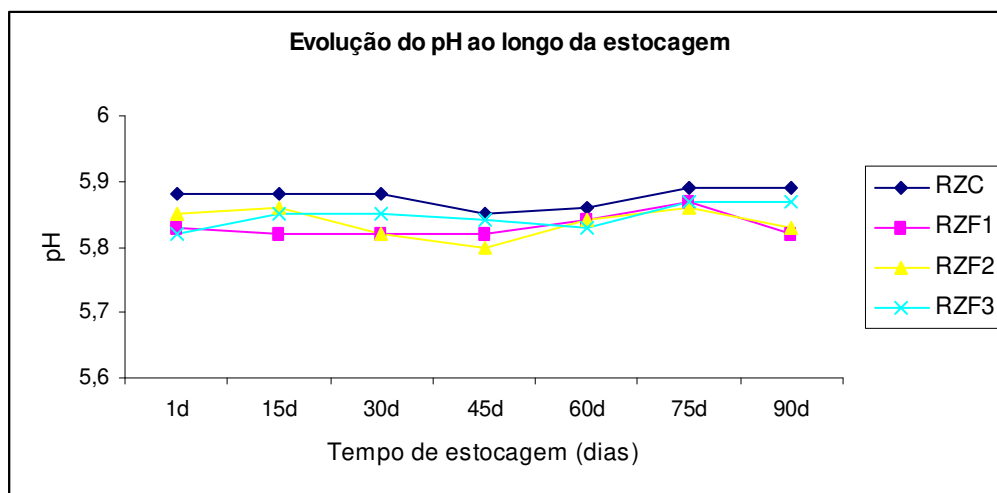


Figura 4.10 Valores médios de pH dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem.

A Figura 4.11 apresenta a variação no teor de acidez titulável ao longo do período de estocagem de 90 dias. Os requeijões controle (RZC) e com 3,3% de Beneo®HPX (RZF1) mantiveram-se significativamente estáveis ($p < 0,05$) quanto ao teor de acidez ao longo do período de 90 dias (Quadro 4.13). Os requeijões com 6,7% de Beneo®HPX (RZF2) e com 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3) variaram significativamente ($p < 0,05$) em dois e em três períodos de análise,

respectivamente. Entre todas as amostras, o teor de acidez encontra-se entre 0,59 e 0,76% de ácido láctico.

A Figura 4.12 apresenta a evolução de extrato seco total (EST) dos requeijões ao longo de 90 dias. As amostras controle e adicionada de 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3) mantiveram-se estáveis ($p < 0,05$) quanto ao EST durante o período de 90 dias. A amostra com adição de 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2) apresentou uma tendência a manter-se estável, variando significativamente ($p < 0,05$) apenas no período de 45 dias.

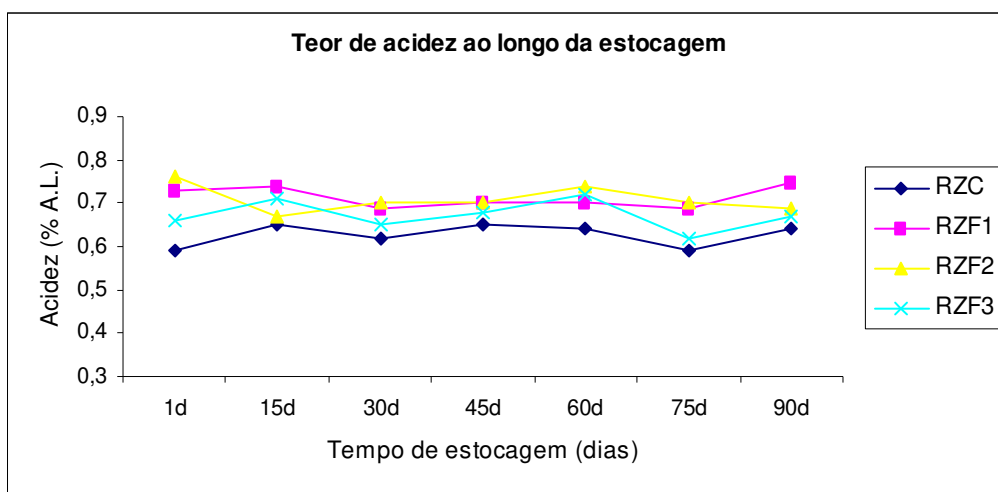


Figura 4.11 Valores médios do teor de acidez dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem.

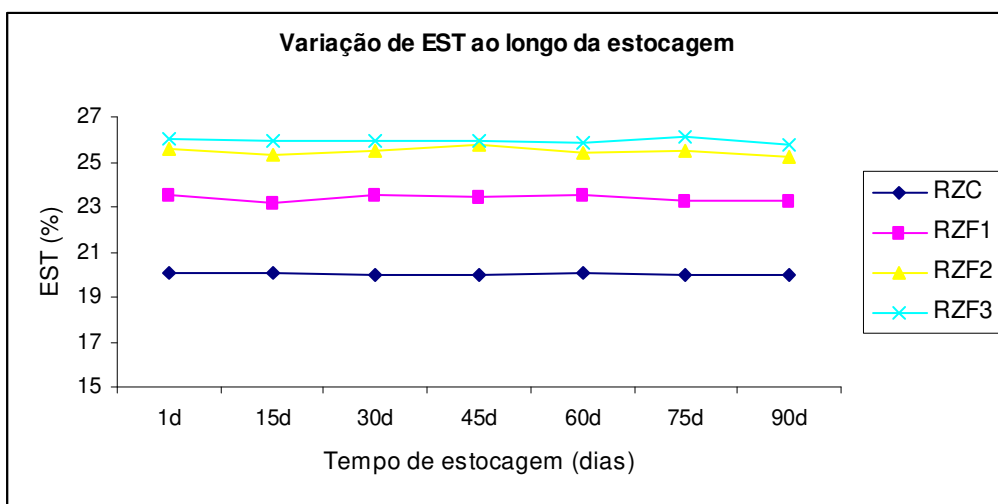


Figura 4.12 Valores médios do extrato seco total (EST) dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem.

A Figura 4.13 apresenta a variação no índice de extensão de proteólise. Observando o Quadro 4.13, verifica-se que os requeijões RZC, RZF1 e RZF3 não variaram significativamente ($p < 0,05$) em relação ao índice de extensão de proteólise (IEP) no período de 90 dias. O requeijão RZF2 variou somente nos períodos de 45 e 60 dias. O requeijão cremoso fabricado com matéria-prima de boa qualidade microbiológica e dentro das boas práticas de fabricação é um produto estável. Portanto, não é esperado que ocorra variação de índice de extensão de proteólise durante o seu armazenamento. No entanto, com a adição de um novo ingrediente, como é o caso da adição de fibra, tornou-se necessário analisar a estabilidade dos novos produtos desenvolvidos.

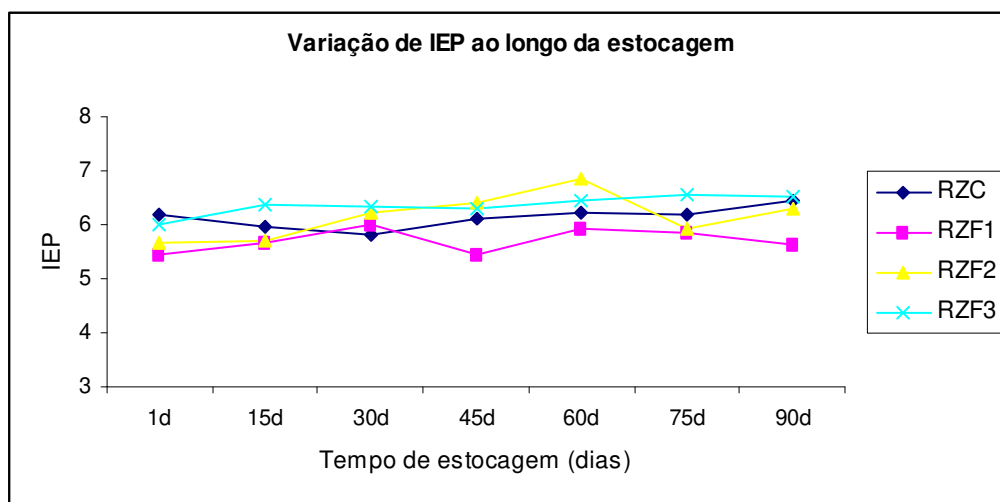


Figura 4.13 Valores médios do índice de extensão de proteólise (IEP) dos requeijões fabricados nos processamentos P4, P5 e P6, durante o período de estocagem.

Quadro 4.13 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6 (n = 9).

Amostra	Dias							d.m.s. (5%)	
	1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d		
RZC	pH	5,88 ± 0,07 a	5,88 ± 0,07 a	5,88 ± 0,03 a	5,85 ± 0,06 a	5,86 ± 0,08 a	5,89 ± 0,06 a	5,89 ± 0,05 a	0,117
	ACIDEZ	0,59 ± 0,15 a	0,65 ± 0,04 a	0,62 ± 0,03 a	0,65 ± 0,00 a	0,64 ± 0,03 a	0,59 ± 0,07 a	0,64 ± 0,03 a	0,089
	EST	20,07 ± 0,44 a	20,08 ± 0,37 a	20,02 ± 0,36 a	19,99 ± 0,60 a	20,03 ± 0,37 a	20,00 ± 0,15 a	19,97 ± 0,24 a	0,033
	GORDURA	1,12 ± 0,52 abc	1,04 ± 0,46 c	1,17 ± 0,51 ab	1,20 ± 0,48 a	1,11 ± 0,45 bc	1,19 ± 0,45 ab	1,17 ± 0,45 ab	0,083
	GES	5,54 ± 2,57 bc	5,20 ± 2,23 c	5,88 ± 2,60 ab	5,98 ± 2,35 a	5,54 ± 2,22 bc	5,92 ± 2,21 ab	5,87 ± 2,23 ab	0,420
	PT	15,12 ± 0,83 a	14,96 ± 0,55 ab	14,61 ± 0,23 ab	14,98 ± 0,92 ab	15,18 ± 0,87 a	15,05 ± 0,62 ab	14,30 ± 1,32 b	0,809
	NT	2,37 ± 0,13 a	2,34 ± 0,08 ab	2,29 ± 0,03 ab	2,35 ± 0,14 ab	2,38 ± 0,14 a	2,36 ± 0,10 ab	2,24 ± 0,21 b	0,127
	NS	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,13 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,15 ± 0,02 a	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,018
	IEP	6,17 ± 0,74 a	5,95 ± 0,67 a	5,82 ± 0,45 a	6,12 ± 0,73 a	6,22 ± 0,54 a	6,17 ± 0,26 a	6,43 ± 0,59 a	0,710
RZF1	pH	5,83 ± 0,06 a	5,82 ± 0,05 a	5,82 ± 0,08 a	5,82 ± 0,08 a	5,84 ± 0,05 a	5,87 ± 0,05 a	5,82 ± 0,09 a	0,137
	ACIDEZ	0,73 ± 0,10 a	0,74 ± 0,04 a	0,69 ± 0,06 a	0,70 ± 0,05 a	0,70 ± 0,08 a	0,69 ± 0,11 a	0,75 ± 0,11 a	0,083
	EST	23,57 ± 1,04 a	23,22 ± 0,93 d	23,51 ± 0,94 ab	23,47 ± 0,87 abc	23,51 ± 0,85 ab	23,23 ± 1,04 cd	23,27 ± 0,86 bcd	0,243
	GORDURA	1,20 ± 0,43 ab	1,10 ± 0,29 b	1,21 ± 0,41 a	1,22 ± 0,33 a	1,16 ± 0,39 ab	1,17 ± 0,35 ab	1,22 ± 0,34 a	0,101
	GES	5,19 ± 2,06 ab	4,80 ± 1,43 b	5,21 ± 1,99 ab	5,25 ± 1,61 ab	5,01 ± 1,88 ab	5,08 ± 1,76 ab	5,30 ± 1,69 a	0,440
	PT	15,45 ± 0,46 ab	15,25 ± 0,31 ab	14,47 ± 1,36 b	16,40 ± 2,37 a	15,73 ± 0,95 a	15,61 ± 0,87 ab	15,41 ± 1,09 ab	1,165
	NT	2,43 ± 0,07 ab	2,39 ± 0,05 ab	2,27 ± 0,21 b	2,57 ± 0,37 a	2,46 ± 0,15 a	2,44 ± 0,14 ab	2,42 ± 0,17 ab	0,186
	NS	0,13 ± 0,02 a	0,13 ± 0,01 a	0,14 ± 0,02 a	0,14 ± 0,02 a	0,15 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,02 a	0,018
	IEP	5,44 ± 0,76 a	5,65 ± 0,58 a	6,00 ± 0,47 a	5,46 ± 1,52 a	5,93 ± 0,29 a	5,86 ± 0,30 a	5,63 ± 0,45 a	0,930

Quadro 4.13 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6 (n = 9). (Continuação).

Amostra	Dias							d.m.s. (5%)	
	1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d		
RZF2	pH	5,85 ± 0,07 a	5,86 ± 0,04 a	5,82 ± 0,08 a	5,80 ± 0,08 a	5,84 ± 0,05 a	5,86 ± 0,05 a	5,83 ± 0,08 a	0,141
	ACIDEZ	0,76 ± 0,06 a	0,67 ± 0,05 c	0,70 ± 0,05 abc	0,70 ± 0,05 abc	0,74 ± 0,03 ab	0,70 ± 0,04 bc	0,69 ± 0,10 bc	0,057
	EST	25,54 ± 1,12 ab	25,35 ± 1,20 b	25,52 ± 1,37 ab	25,79 ± 1,28 a	25,44 ± 1,30 ab	25,49 ± 1,09 ab	25,20 ± 1,47 b	0,385
	GORDURA	1,18 ± 0,42 b	1,22 ± 0,43 ab	1,19 ± 0,41 ab	1,21 ± 0,35 ab	1,25 ± 0,40 a	1,21 ± 0,38 ab	1,25 ± 0,34 a	0,065
	GES	4,68 ± 1,88 c	4,88 ± 1,96 abc	4,76 ± 1,89 bc	4,77 ± 1,62 bc	5,00 ± 1,86 ab	4,81 ± 1,74 abc	5,03 ± 1,67 a	0,250
	PT	14,48 ± 0,61 ab	14,79 ± 0,57 ab	13,96 ± 1,14 b	14,56 ± 1,09 ab	14,91 ± 0,98 a	15,05 ± 0,88 a	14,20 ± 2,07 ab	0,853
	NT	2,27 ± 0,10 ab	2,35 ± 0,17 ab	2,19 ± 0,18 b	2,28 ± 0,17 ab	2,34 ± 0,15 a	2,36 ± 0,14 a	2,23 ± 0,32 ab	0,141
	NS	0,13 ± 0,02 c	0,13 ± 0,01 bc	0,14 ± 0,02 bc	0,15 ± 0,01 ab	0,16 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 abc	0,14 ± 0,01 bc	0,015
	IEP	5,66 ± 0,57 c	5,71 ± 0,40 bc	6,22 ± 0,71 abc	6,39 ± 0,50 ab	6,87 ± 0,61 a	5,94 ± 0,35 bc	6,30 ± 0,46 abc	0,680
RZF3	pH	5,82 ± 0,08 a	5,85 ± 0,05 a	5,85 ± 0,06 a	5,84 ± 0,03 a	5,83 ± 0,06 a	5,87 ± 0,04 a	5,87 ± 0,08 a	0,098
	ACIDEZ	0,66 ± 0,06 bc	0,71 ± 0,07 a	0,65 ± 0,04 bc	0,68 ± 0,03 ab	0,72 ± 0,09 a	0,62 ± 0,07 c	0,67 ± 0,11 abc	0,059
	EST	26,04 ± 0,74 a	25,89 ± 0,74 a	25,92 ± 0,69 a	25,96 ± 0,55 a	25,84 ± 0,72 a	26,11 ± 0,68 a	25,72 ± 1,27 a	0,397
	GORDURA	1,15 ± 0,37 bc	1,12 ± 0,33 c	1,22 ± 0,36 a	1,22 ± 0,36 a	1,27 ± 0,40 a	1,20 ± 0,37 ab	1,22 ± 0,36 ab	0,063
	GES	4,46 ± 1,57 ad	4,36 ± 1,43 d	4,74 ± 1,53 ab	4,73 ± 1,48 ab	4,94 ± 1,70 a	4,64 ± 1,53 bc	4,79 ± 1,64 ab	0,250
	PT	14,52 ± 0,27 ab	13,93 ± 0,78 b	14,12 ± 0,18 ab	14,62 ± 0,64 ab	14,78 ± 0,66 a	14,59 ± 0,49 ab	14,19 ± 1,34 ab	0,832
	NT	2,27 ± 0,04 ab	2,18 ± 0,12 b	2,21 ± 0,03 ab	2,29 ± 0,10 ab	2,32 ± 0,10 a	2,29 ± 0,08 ab	2,22 ± 0,21 ab	0,131
	NS	0,14 ± 0,00 a	0,14 ± 0,01 c	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,014
	IEP	6,01 ± 0,24 a	6,38 ± 0,48 a	6,35 ± 0,26 a	6,30 ± 0,51 a	6,44 ± 0,38 a	6,57 ± 0,35 a	6,53 ± 0,51 a	0,580

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

d.m.s. diferença mínima significativa

Os valores de acidez titulável são dados em porcentagem de ácido láctico (g/100g); EST, gordura, GES, PT, NT, NS são dados em g/100g.

No Quadro 4.14, as amostras de requeijão são comparadas entre si em cada período de análise. Quanto ao pH, observa-se que há diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras somente nos períodos de 1 e 15 dias. A partir de 30 dias de estocagem, não é observada diferença em relação ao pH entre as amostras.

O valor de extrato seco total (EST), por sua vez, apresenta diferença significativa entre as amostras em todos os períodos de análise. Verifica-se que o requeijão controle (RZC) apresenta sempre o menor valor de EST ($p < 0,05$), seguido do requeijão com 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1). O menor valor de EST para a amostra controle é explicado pela falta de adição de fibra neste produto. O aumento da umidade do controle foi necessário para reduzir sua adesividade, compensando parcialmente, a falta de adição de gordura. No requeijão com 3,3% de fibra, houve aumento de umidade menor que no controle, porém maior que nos requeijões adicionados de 6,7% de fibra.

Do ponto de vista econômico, a umidade do produto final é um fator importante, pois quanto maior é a sua porcentagem, maior é o rendimento. Além disso, a umidade influencia na consistência (VAN DENDER, 2000).

Os requeijões sem adição de gordura não apresentaram diferença significativa em relação ao teor de nitrogênio solúvel (NS), com exceção do período de 1 dia de estocagem. O nitrogênio solúvel está presente em pequena concentração na proteína coagulada (massa básica). Portanto, mesmo havendo diferença na porcentagem de massa em cada produto final, esta diferença não é suficiente para causar diferença significativa no teor de NS entre os requeijões.

Quadro 4.14 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9).

	Amostra	Dias						
		1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d
pH	RZC	5,88 ± 0,07 a	5,88 ± 0,07 a	5,88 ± 0,03 a	5,85 ± 0,06 a	5,86 ± 0,08 a	5,89 ± 0,06 a	5,89 ± 0,05 a
	RZF1	5,83 ± 0,06 b	5,82 ± 0,05 b	5,82 ± 0,08 a	5,82 ± 0,08 a	5,84 ± 0,05 a	5,87 ± 0,05 a	5,82 ± 0,09 a
	RZF2	5,85 ± 0,07 ab	5,86 ± 0,04 ab	5,82 ± 0,08 a	5,80 ± 0,08 a	5,84 ± 0,05 a	5,86 ± 0,05 a	5,83 ± 0,08 a
	RZF3	5,82 ± 0,08 b	5,85 ± 0,05 ab	5,85 ± 0,06 a	5,84 ± 0,03 a	5,83 ± 0,06 a	5,87 ± 0,04 a	5,87 ± 0,08 a
	d.m.s.(5%)	0,032	0,058	0,077	0,090	0,042	0,031	0,111
ACIDEZ	RZC	0,59 ± 0,15 c	0,65 ± 0,04 c	0,62 ± 0,03 c	0,65 ± 0,00 b	0,64 ± 0,03 b	0,59 ± 0,07 b	0,64 ± 0,03 b
	RZF1	0,73 ± 0,10 ab	0,74 ± 0,04 a	0,69 ± 0,06 ab	0,70 ± 0,05 a	0,70 ± 0,08 a	0,69 ± 0,11 a	0,75 ± 0,11 a
	RZF2	0,76 ± 0,06 a	0,67 ± 0,05 bc	0,70 ± 0,05 a	0,70 ± 0,05 a	0,74 ± 0,03 a	0,70 ± 0,04 a	0,69 ± 0,10 b
	RZF3	0,66 ± 0,06 bc	0,71 ± 0,07 ab	0,65 ± 0,04 bc	0,68 ± 0,03 a	0,72 ± 0,09 a	0,62 ± 0,07 b	0,67 ± 0,11 b
	d.m.s.(5%)	0,085	0,064	0,014	0,028	0,040	0,040	0,057
EST	RZC	20,07 ± 0,44 c	20,08 ± 0,37 c	20,02 ± 0,36 c	19,99 ± 0,60 c	20,03 ± 0,37 c	20,00 ± 0,15 c	19,97 ± 0,24 c
	RZF1	23,57 ± 1,04 b	23,22 ± 0,93 b	23,51 ± 0,94 b	23,47 ± 0,87 b	23,51 ± 0,85 b	23,23 ± 1,04 b	23,27 ± 0,86 b
	RZF2	25,54 ± 1,12 a	25,35 ± 1,20 a	25,52 ± 1,37 a	25,79 ± 1,28 a	25,44 ± 1,30 a	25,49 ± 1,09 a	25,20 ± 1,47 a
	RZF3	26,04 ± 0,74 a	25,89 ± 0,74 a	25,92 ± 0,69 a	25,96 ± 0,55 a	25,84 ± 0,72 a	26,11 ± 0,68 a	25,72 ± 1,27 a
	d.m.s.(5%)	0,722	0,716	0,610	0,806	0,752	0,650	0,823
GORDURA	RZC	1,12 ± 0,52 a	1,04 ± 0,46 b	1,17 ± 0,51 a	1,20 ± 0,48 a	1,11 ± 0,45 b	1,19 ± 0,45 a	1,17 ± 0,45 a
	RZF1	1,20 ± 0,43 a	1,10 ± 0,29 ab	1,21 ± 0,41 a	1,22 ± 0,33 a	1,16 ± 0,39 b	1,17 ± 0,35 a	1,22 ± 0,34 a
	RZF2	1,18 ± 0,42 a	1,22 ± 0,43 a	1,19 ± 0,41 a	1,21 ± 0,35 a	1,25 ± 0,40 a	1,21 ± 0,38 a	1,25 ± 0,34 a
	RZF3	1,15 ± 0,37 a	1,12 ± 0,33 ab	1,22 ± 0,36 a	1,22 ± 0,36 a	1,27 ± 0,40 a	1,20 ± 0,37 a	1,22 ± 0,36 a
	d.m.s.(5%)	0,103	0,154	0,088	0,093	0,074	0,073	0,076
GES	RZC	5,54 ± 2,57 a	5,20 ± 2,23 a	5,88 ± 2,60 a	5,98 ± 2,35 a	5,54 ± 2,22 a	5,92 ± 2,21 a	5,87 ± 2,23 a
	RZF1	5,19 ± 2,06 ab	4,80 ± 1,43 ab	5,21 ± 1,99 b	5,25 ± 1,61 b	5,01 ± 1,88 b	5,08 ± 1,76 b	5,30 ± 1,69 b
	RZF2	4,68 ± 1,88 bc	4,88 ± 1,96 ab	4,76 ± 1,89 b	4,77 ± 1,62 b	5,00 ± 1,86 b	4,81 ± 1,74 bc	5,03 ± 1,67 bc
	RZF3	4,46 ± 1,57 c	4,36 ± 1,43 b	4,74 ± 1,53 b	4,73 ± 1,48 b	4,94 ± 1,70 b	4,64 ± 1,53 c	4,79 ± 1,64 c
	d.m.s.(5%)	0,57	0,70	0,56	0,51	0,38	0,39	0,37

Quadro 4.14 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9). (Continuação).

	Amostra	Dias						
		1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d
PT	RZC	15,12 ± 0,83 ab	14,96 ± 0,55 a	14,61 ± 0,23 a	14,98 ± 0,92 b	15,18 ± 0,87 ab	15,05 ± 0,62 ab	14,30 ± 1,32 b
	RZF1	15,45 ± 0,46 a	15,25 ± 0,31 a	14,47 ± 1,36 a	16,40 ± 2,37 a	15,73 ± 0,95 a	15,61 ± 0,87 a	15,41 ± 1,09 a
	RZF2	14,48 ± 0,61 c	14,79 ± 0,57 a	13,96 ± 1,14 a	14,56 ± 1,09 b	14,91 ± 0,98 b	15,05 ± 0,88 ab	14,20 ± 2,07 b
	RZF3	14,52 ± 0,27 bc	13,93 ± 0,78 b	14,12 ± 0,18 a	14,62 ± 0,64 b	14,78 ± 0,66 b	14,59 ± 0,49 b	14,19 ± 1,34 b
	d.m.s.(5%)	0,624	0,637	0,898	1,092	0,574	0,726	0,700
NT	RZC	2,37 ± 0,13 ab	2,34 ± 0,08 a	2,29 ± 0,03 a	2,35 ± 0,14 b	2,38 ± 0,14 ab	2,36 ± 0,10 ab	2,24 ± 0,21 b
	RZF1	2,43 ± 0,07 a	2,39 ± 0,05 a	2,27 ± 0,21 a	2,57 ± 0,37 a	2,46 ± 0,15 a	2,44 ± 0,14 a	2,42 ± 0,17 a
	RZF2	2,27 ± 0,10 c	2,35 ± 0,17 a	2,19 ± 0,18 a	2,28 ± 0,17 b	2,34 ± 0,15 b	2,36 ± 0,14 ab	2,23 ± 0,32 b
	RZF3	2,27 ± 0,04 bc	2,18 ± 0,12 b	2,21 ± 0,03 a	2,29 ± 0,10 b	2,32 ± 0,10 b	2,29 ± 0,08 b	2,22 ± 0,21 b
	d.m.s.(5%)	0,100	0,128	0,140	0,171	0,090	0,114	0,110
NS	RZC	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,13 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,15 ± 0,02 a	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a
	RZF1	0,13 ± 0,02 b	0,13 ± 0,01 a	0,14 ± 0,02 a	0,14 ± 0,02 a	0,15 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,02 a
	RZF2	0,13 ± 0,02 b	0,13 ± 0,01 a	0,14 ± 0,02 a	0,15 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a
	RZF3	0,14 ± 0,00 ab	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01 a
	d.m.s.(5%)	0,010	0,009	0,013	0,018	0,012	0,012	0,011
IEP	RZC	6,17 ± 0,74 a	5,95 ± 0,67 ab	5,82 ± 0,45 a	6,12 ± 0,73 ab	6,22 ± 0,54 bc	6,17 ± 0,26 b	6,43 ± 0,59 a
	RZF1	5,44 ± 0,76 c	5,65 ± 0,58 b	6,00 ± 0,47 a	5,46 ± 1,52 b	5,93 ± 0,29 c	5,86 ± 0,30 b	5,63 ± 0,45 b
	RZF2	5,66 ± 0,57 bc	5,71 ± 0,40 b	6,22 ± 0,71 a	6,39 ± 0,50 a	6,87 ± 0,61 a	5,94 ± 0,35 b	6,30 ± 0,46 a
	RZF3	6,01 ± 0,24 ab	6,38 ± 0,48 a	6,35 ± 0,26 a	6,30 ± 0,51 ab	6,44 ± 0,38 b	6,57 ± 0,35 a	6,53 ± 0,51 a
	d.m.s.(5%)	0,43	0,43	0,55	0,85	0,40	0,38	0,55

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

Os valores de acidez titulável são dados em porcentagem de ácido láctico (g/100g); EST, gordura, GES, PT, NT, NS são dados em g/100g.

4.3.2. Avaliações Microbiológicas – Matérias-primas e Requeijões

A avaliação microbiológica do leite desnatado e da massa utilizados nos processamentos P4, P5 e P6, e dos requeijões cremosos fabricados, quanto às contagens de microrganismos indicadores (coliformes totais e fecais) e deteriorantes (esporogênicos aeróbios e anaeróbios e bolores e leveduras) estão apresentados nos Quadros 4.15 e 4.16.

Quadro 4.15 Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa utilizados nos processamentos P4, P5 e P6.

AMOSTRAS	Leite	Massa	Leite	Massa	Leite	Massa
ANÁLISES	P4	P4	P5	P5	P6	P6
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	< 10	< 10	< 10	< 10	$6,9 \times 10^2$
B. E. A. M. (UFC)	< 10	$7,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^2$	$4,0 \times 10^1$	$1,8 \times 10^2$	$1,9 \times 10^4$
B. E. An. M. (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	< 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. An. M. = bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; B. E. An. P. = bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas.

* Resultados em mililitros (mL^{-1})

** Resultados em gramas (g^{-1})

No Quadro 4.15, observa-se que não foi detectada a presença de coliformes totais ou fecais nas amostras de leite aquecido a 70°C , o que indica a utilização de matéria-prima de qualidade e a realização adequada de tratamento térmico. VAN DENDER (2000) cita a importância de se utilizar leite de boa qualidade para a produção da massa que servirá de matéria-prima na fusão. Caso contrário, toda a seqüência de processamento fica comprometida.

Não há presença de coliformes totais ou fecais também nas massas obtidas para os processamentos P4, P5 e P6. Nas amostras de requeijão cremoso (RZC, RZF1, RZF2 e RZF3), não foi detectada a presença de coliformes totais ou fecais, como pode ser observado no Quadro 4.16.

Na massa do processamento 6, foi detectada a presença de bolores e leveduras. Nos requeijões obtidos a partir desta massa, no entanto, não foi

detectada a sua permanência. Somente no requeijão RZF1 fabricado no processamento 4, foi observada a presença de bolores e leveduras na concentração de $7,0 \times 10^1$. Este valor de contagem, porém, não oferece risco ao produto e à saúde do consumidor, e está abaixo do limite estabelecido pela legislação, de no máximo 10^3 UFC/g (BRASIL, 1997).

Os bolores tornam o alimento inaceitável para o consumo quando seu crescimento, representado principalmente pelo micélio, é visível. As alterações provenientes do desenvolvimento de leveduras, por sua vez, manifestam-se de duas formas: uma puramente estética devido à presença física de leveduras (formação de películas) e, uma outra, resultante de seu metabolismo que confere aumento do pH, aromas peculiares, entre outras alterações (MORENO, 2000).

Foi observada a presença de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas no leite e na massa de todos os processamentos (Quadro 4.15), assim como, em todos os requeijões (RZC, RZF1, RZF2 e RZF3) nos períodos avaliados, com exceção da amostra RZF1 fabricada no processamento 4 nos períodos de 30 e 60 dias (Quadro 4.16). Os índices detectados nos requeijões mantiveram-se entre 1×10^1 e $1,2 \times 10^3$ UFC/g. No entanto, não houve alteração nos requeijões durante 90 dias de estocagem refrigerada, bem como ocorreu com os requeijões light produzidos na etapa 1. GALLINA (2005) também detectou a presença de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas com variação entre 5×10^1 e 4×10^4 UFC/g, e não observou alteração nos requeijões acondicionados em copos e armazenados sob refrigeração durante o período de 90 dias.

Bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicotróficas não foram detectadas no leite e na massa dos processamentos 4, 5 e 6. Nas amostras de requeijão, não foram detectadas bactérias esporogênicas anaeróbias psicotróficas.

Quadro 4.16 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6.

Amostra	Análises	P4/1d	P4/30d	P4/60d	P4/90d	P5/1d	P5/30d	P5/60d	P5/90d	P6/1d	P6/30d	P6/60d	P6/90d
RZC	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$5,0 \times 10^1$	$1,2 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$5,2 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$6,6 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	4	< 3	< 3	< 3	4	< 3	4	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
RZF1	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	$7,0 \times 10^1$	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$6,0 \times 10^1$	< 10	< 10	$4,0 \times 10^1$	$7,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$6,0 \times 10^1$	$1,3 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	4	4	4	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3

Quadro 4.16 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6. (Continuação).

Amostra	Análises	P4/1d	P4/30d	P4/60d	P4/90d	P5/1d	P5/30d	P5/60d	P5/90d	P6/1d	P6/30d	P6/60d	P6/90d
RZF2	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$5,0 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$	$6,0 \times 10^1$	$9,0 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$4,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$	$6,0 \times 10^1$	$7,0 \times 10^1$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	4	< 3	9	< 3	< 3	< 3	4	< 3	4	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
RZF3	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$6,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$	$5,0 \times 10^1$	$7,0 \times 10^1$	$1,7 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$	$1,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$	$6,0 \times 10^1$	$1,2 \times 10^2$	$5,7 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	4	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	4	9	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3

NMP = número mais provável; UFC = unidades formadoras de colônias; B. E. A. M. = bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas; B. E. An. M. = bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; B. E. An. P. = bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas.
 (-) = não determinado

4.3.3. Análise do Perfil de Textura

O perfil de textura dos requeijões RZC, RZF1, RZF2 e RZF3 descrito pelos parâmetros firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade, obtidos pela análise em Texturômetro TA-XT2, operando em modo TPA, está apresentado pelos Quadros 4.17 e 4.18.

No Quadro 4.17, observa-se que os requeijões não variaram significativamente ($p < 0,05$) em relação à firmeza durante a maior parte dos períodos de estocagem. O requeijão com 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2) apresentou grande aumento da firmeza no período de 1 para 30 dias. O mesmo comportamento foi observado para o requeijão cremoso light adicionado da mesma porcentagem e tipo de fibra (RCF2). Provavelmente, esta fibra na concentração de 6,7% absorve grande quantidade de água no início do período de estocagem. No requeijão cremoso light (RCF2) há também a ação do caseinato de cálcio adicionado, que é utilizado para corrigir a textura do requeijão, aumentando sua firmeza, mas tem seu efeito completo somente dentro de cerca de 15 dias. A Figura 4.14 ilustra a variação de firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade dos requeijões ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Comportamento similar é observado para o parâmetro de adesividade. O requeijão com 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3), por exemplo, não variou significativamente ($p < 0,05$) durante 90 dias. A amostra RZF2, por sua vez, apresentou grande aumento deste parâmetro no período de 30 dias, mantendo-se estável nos períodos seguintes. Em relação à gomosidade, o requeijão RZF2 também variou significativamente, aumentando mais que 100% no período de 1 para 30 dias de estocagem (Quadro 4.17).

Quanto à elasticidade e coesividade, a amostra RZF2 manteve-se estável, com exceção o período de 90 dias, em que diminuiu significativamente o valor da coesividade. As demais amostras também se mantiveram estáveis durante toda a estocagem em relação à elasticidade.

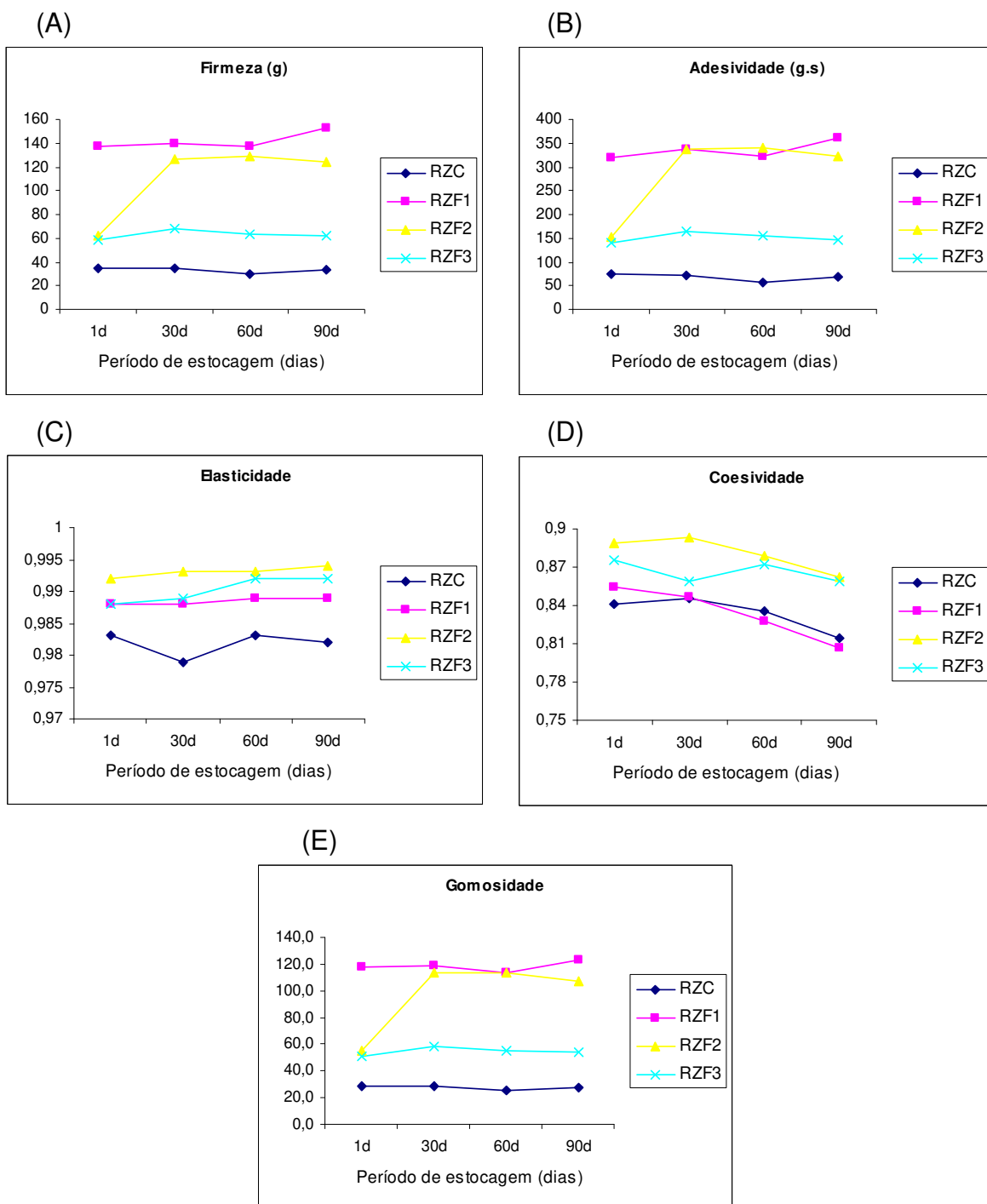


Figura 4.14 Gráficos obtidos para os parâmetros de firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C), coesividade (D) e gomosidade (E) na avaliação do perfil de textura dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RZF1), 6,7% de Beneo®HPX (RZF2), 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Quadro 4.17 Avaliação dos parâmetros de textura ao longo do período de estocagem do processamento P6 (n = 3).

Amostra	Parâmetro	Dias				d.m.s.(5%)
		1d	30d	60d	90d	
RZC	Firmeza (g)	34,637 ± 1,943 a	34,202 ± 0,361 a	29,883 ± 1,490 b	33,995 ± 1,515 a	3,794
	Adesividade ¹ (g.s)	74,913 ± 6,123 a	72,601 ± 2,214 a	58,133 ± 3,445 b	69,901 ± 2,676 a	10,246
	Elasticidade ²	0,983 ± 0,002 a	0,979 ± 0,005 a	0,983 ± 0,005 a	0,982 ± 0,005 a	0,012
	Coesividade ²	0,841 ± 0,001 ab	0,846 ± 0,003 a	0,835 ± 0,005 b	0,815 ± 0,004 c	0,010
	Gomosidade ²	29,140 ± 1,672 a	28,929 ± 0,387 a	24,946 ± 1,206 b	27,712 ± 1,306 ab	3,231
RZF1	Firmeza (g)	137,333 ± 1,626 b	139,833 ± 6,614 ab	136,984 ± 0,089 b	152,376 ± 8,929 a	14,682
	Adesividade ¹ (g.s)	320,433 ± 9,410 b	337,065 ± 13,881 ab	323,802 ± 1,494 b	359,948 ± 13,419 a	28,147
	Elasticidade ²	0,988 ± 0,002 a	0,988 ± 0,000 a	0,989 ± 0,001 a	0,989 ± 0,002 a	0,004
	Coesividade ²	0,854 ± 0,017 a	0,847 ± 0,008 a	0,828 ± 0,007 ab	0,807 ± 0,015 b	0,033
	Gomosidade ²	117,295 ± 3,330 a	118,451 ± 4,533 a	113,438 ± 0,988 a	122,872 ± 7,017 a	11,827
RZF2	Firmeza (g)	62,231 ± 2,411 b	126,512 ± 2,966 a	128,868 ± 3,965 a	124,373 ± 2,974 a	8,183
	Adesividade ¹ (g.s)	152,980 ± 5,478 b	337,846 ± 11,254 a	340,162 ± 13,274 a	322,984 ± 11,306 a	28,060
	Elasticidade ²	0,992 ± 0,000 a	0,993 ± 0,001 a	0,993 ± 0,001 a	0,994 ± 0,000 a	0,002
	Coesividade ²	0,889 ± 0,008 a	0,893 ± 0,006 a	0,879 ± 0,005 a	0,862 ± 0,005 b	0,016
	Gomosidade ²	55,337 ± 1,692 b	112,960 ± 1,964 a	113,300 ± 4,126 a	107,277 ± 2,237 a	7,009
RZF3	Firmeza (g)	58,401 ± 2,145 b	67,769 ± 3,108 a	63,623 ± 1,004 ab	62,485 ± 3,538 ab	6,892
	Adesividade ¹ (g.s)	139,785 ± 11,064 a	163,858 ± 10,369 a	154,534 ± 5,269 a	146,483 ± 9,991 a	24,720
	Elasticidade ²	0,988 ± 0,000 a	0,989 ± 0,003 a	0,992 ± 0,002 a	0,992 ± 0,002 a	0,005
	Coesividade ²	0,875 ± 0,005 a	0,859 ± 0,001 b	0,872 ± 0,003 a	0,859 ± 0,004 b	0,009
	Gomosidade ²	51,105 ± 1,969 b	58,218 ± 2,647 a	55,461 ± 0,740 ab	53,650 ± 2,897 ab	5,821

¹Valores em módulo ²Valores adimensionais Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.
d.m.s. diferença mínima significativa.

O Quadro 4.18 compara os parâmetros de textura entre as amostras de requeijão cremoso em cada período de estocagem. Em todos os tempos analisados, o requeijão controle (RZC) apresenta o menor valor de firmeza. O Quadro 4.14 mostra que este produto possui também, em todos os tempos analisados, o menor valor de extrato seco total. O maior teor de umidade do produto reduziu seu EST e seus parâmetros de firmeza, além de adesividade e gomosidade.

Os requeijões com 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2) e com 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3), apesar de apresentarem valores de EST significativamente ($p < 0,05$) maiores que o requeijão com 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1) (Quadro 4.14), possuem menor firmeza. Por outro lado, o produto com 3,3% de fibra possui maior teor de proteína total. Quanto maior o teor de fibra, menor o teor de proteína, pois a fibra (carboidrato) substitui parte da proteína no extrato seco total do produto. Além disso, a fibra adicionada ao requeijão interrompe sua rede protéica, reduzindo sua firmeza. Portanto, o menor teor de fibra resulta em uma firmeza maior.

Quadro 4.18 Comparação dos parâmetros de textura entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 3).

Parâmetro	Amostra	Dias			
		1d	30d	60d	90d
Firmeza (g)	RZC	34,637 ± 1,943 c	34,202 ± 0,361 d	29,883 ± 1,490 d	33,995 ± 1,515 d
	RZF1	137,333 ± 1,626 a	139,833 ± 6,614 a	136,984 ± 0,089 a	152,376 ± 8,929 a
	RZF2	62,231 ± 2,411 b	126,512 ± 2,966 b	128,868 ± 3,965 b	124,373 ± 2,974 b
	RZF3	58,401 ± 2,145 b	67,769 ± 3,108 c	63,623 ± 1,004 c	62,485 ± 3,538 c
	d.m.s.(5%)	5,364	10,322	5,692	13,293
Adesividade ¹ (g.s)	RZC	74,913 ± 6,123 c	72,601 ± 2,214 c	58,133 ± 3,445 c	69,901 ± 2,676 d
	RZF1	320,433 ± 9,410 a	337,065 ± 13,881 a	323,802 ± 1,494 a	359,948 ± 13,419 a
	RZF2	152,980 ± 5,478 b	337,846 ± 11,254 a	340,162 ± 13,274 a	322,984 ± 11,306 b
	RZF3	139,785 ± 11,064 b	163,858 ± 10,369 b	154,534 ± 5,269 b	146,483 ± 9,991 c
	d.m.s.(5%)	21,817	27,165	19,306	26,628
Elasticidade ²	RZC	0,983 ± 0,002 c	0,979 ± 0,005 b	0,983 ± 0,005 b	0,982 ± 0,005 b
	RZF1	0,988 ± 0,002 b	0,988 ± 0,000 a	0,989 ± 0,001 ab	0,989 ± 0,002 ab
	RZF2	0,992 ± 0,000 a	0,993 ± 0,001 a	0,993 ± 0,001 a	0,994 ± 0,000 a
	RZF3	0,988 ± 0,000 b	0,989 ± 0,003 a	0,992 ± 0,002 a	0,992 ± 0,002 a
	d.m.s.(5%)	0,004	0,008	0,007	0,008
Coesividade ²	RZC	0,841 ± 0,001 c	0,846 ± 0,003 b	0,835 ± 0,005 b	0,815 ± 0,004 b
	RZF1	0,854 ± 0,017 bc	0,847 ± 0,008 b	0,828 ± 0,007 b	0,807 ± 0,015 b
	RZF2	0,889 ± 0,008 a	0,893 ± 0,006 a	0,879 ± 0,005 a	0,862 ± 0,005 a
	RZF3	0,875 ± 0,005 ab	0,859 ± 0,001 b	0,872 ± 0,003 a	0,859 ± 0,004 a
	d.m.s.(5%)	0,026	0,013	0,014	0,0218
Gomosidade ²	RZC	29,140 ± 1,672 c	28,929 ± 0,387 c	24,946 ± 1,206 c	27,712 ± 1,306 d
	RZF1	117,295 ± 3,330 a	118,451 ± 4,533 a	113,438 ± 0,988 a	122,872 ± 7,017 a
	RZF2	55,337 ± 1,692 b	112,960 ± 1,964 a	113,300 ± 4,126 a	107,277 ± 2,237 b
	RZF3	51,105 ± 1,969 b	58,218 ± 2,647 b	55,461 ± 0,740 b	53,650 ± 2,897 c
	d.m.s.(5%)	5,937	7,345	5,847	10,486

¹Valores em módulo ²Valores adimensionais d.m.s. diferença mínima significativa.

4.3.4. Cor

Assim como na etapa 1 do trabalho, para a avaliação dos requeijões cremosos sem adição de gordura, somente os parâmetros L* (luminosidade, variando do branco ao negro) e b* (+b, amarelo) foram utilizados, pois a cor dos queijos fundidos varia do creme ao branco. Foi avaliado também o índice de brancura (IB) – Hunter Lab dos requeijões, considerando que a adição de fibra pode alterar a cor dos produtos. Além disso, por não ser realizada a adição de gordura e ser feita a adição de bióxido de titânio como corante, a cor do produto pode ter sofrido alteração. Os resultados da avaliação da cor (L*, b*, IB) ao longo do período de estocagem dos requeijões cremosos (RZC, RZF1, RZF2 e RZF3) fabricados nos processamentos 4, 5 e 6 estão apresentados no Quadro 4.19.

Quadro 4.19 Avaliação da cor (L*, b*, IB) ao longo do período de estocagem dos processamentos P4, P5 e P6 (n = 9).

Variável	Amostra	Dias				d.m.s. (5%)
		1d	30d	60d	90d	
Luminosidade (L*)	RZC	86,83 ± 0,63 a	86,71 ± 0,48 a	87,31 ± 0,38 a	86,94 ± 0,53 a	0,66
Amarelo (b*)		11,36 ± 0,27 a	11,34 ± 0,28 a	11,06 ± 0,55 a	11,23 ± 0,33 a	0,48
Índice de Brancura		53,32 ± 0,49 b	53,26 ± 0,32 b	54,58 ± 1,43 a	53,67 ± 0,40 ab	1,02
Luminosidade (L*)	RZF1	86,94 ± 0,37 a	87,07 ± 0,75 a	87,40 ± 0,41 a	87,03 ± 0,50 a	0,67
Amarelo (b*)		11,24 ± 0,37 a	11,23 ± 0,20 a	11,16 ± 0,45 a	11,27 ± 0,22 a	0,42
Índice de Brancura		53,57 ± 0,54 a	54,13 ± 1,01 a	54,25 ± 1,50 a	53,86 ± 0,44 a	1,24
Luminosidade (L*)	RZF2	87,25 ± 0,37 a	87,30 ± 0,70 a	87,56 ± 0,30 a	87,15 ± 0,47 a	0,62
Amarelo (b*)		11,14 ± 0,35 a	11,18 ± 0,19 a	11,17 ± 0,40 a	11,33 ± 0,20 a	0,38
Índice de Brancura		54,29 ± 1,10 a	54,07 ± 0,72 a	54,68 ± 1,14 a	53,56 ± 0,42 a	1,15
Luminosidade (L*)	RZF3	86,97 ± 0,38 ab	86,51 ± 0,51 b	87,16 ± 0,38 a	86,85 ± 0,28 ab	0,50
Amarelo (b*)		11,86 ± 0,34 a	12,15 ± 0,15 a	11,96 ± 0,36 a	12,04 ± 0,36 a	0,40
Índice de Brancura		52,10 ± 1,16 a	50,88 ± 0,44 a	52,11 ± 1,27 a	51,68 ± 1,11 a	1,14

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

No Quadro 4.19, observa-se que todas as amostras de requeijão apresentaram uma tendência de se manterem estáveis em relação aos parâmetros de cor ao longo do período de 90 dias.

Quanto à luminosidade (L^*), as amostras mantiveram-se estáveis durante o período de estocagem, com exceção da amostra RZF3 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]Synergy1), que variou significativamente no período de 30 para 60 dias.

Todos os requeijões apresentaram estabilidade em relação à cor amarela durante o armazenamento. Em relação ao índice de brancura, os requeijões adicionados de fibra (RZF1, RZF2 e RZF3) não variaram significativamente ao durante a estocagem. O requeijão controle sofreu variação no período de 60 dias.

As Figuras 4.15, 4.16 e 4.17 ilustram os resultados médios da cor (L^* , b^* e IB) para os requeijões sem adição de gordura.

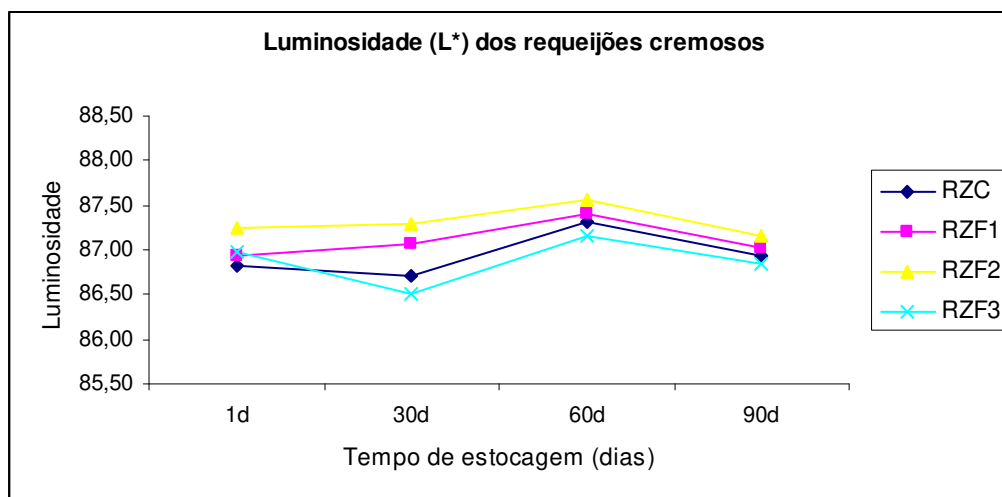


Figura 4.15 Luminosidade (L^*) dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

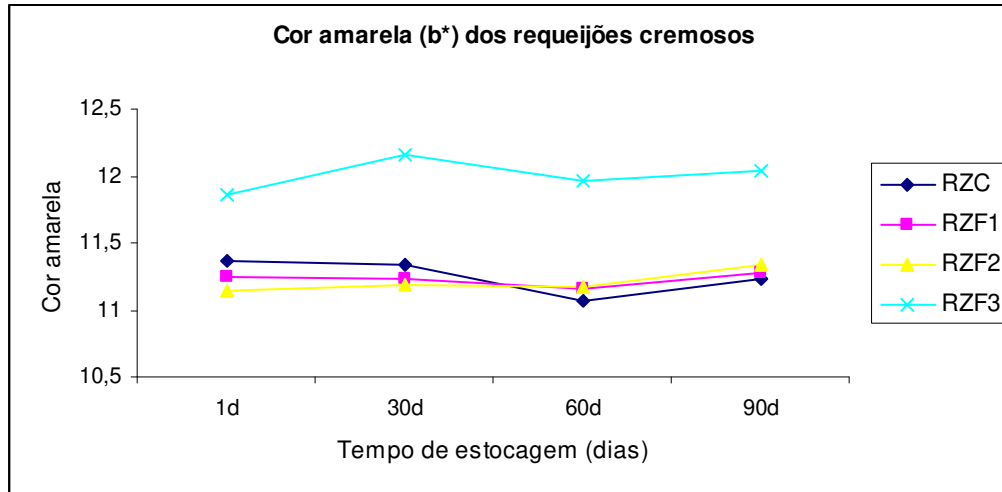


Figura 4.16 Cor amarela (b*) dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

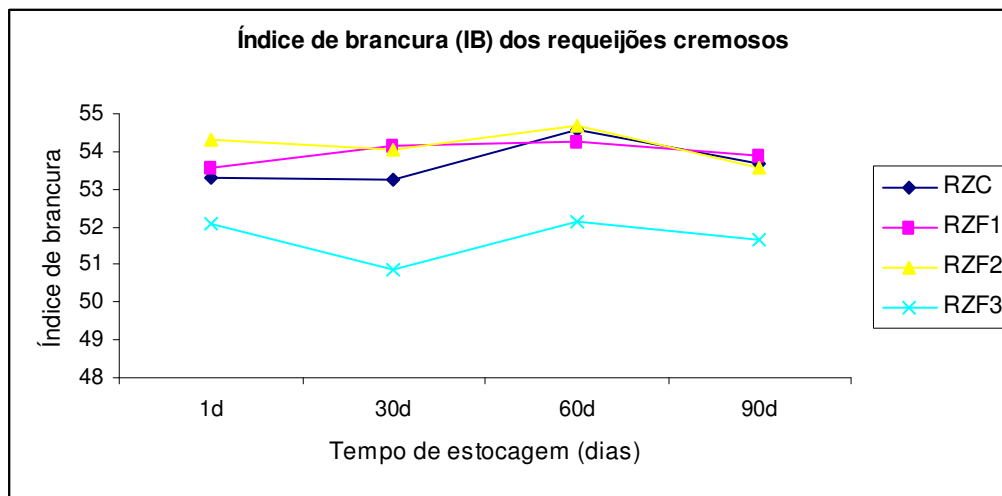


Figura 4.17 Índice de brancura (IB) dos requeijões cremosos sem adição de gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% de Beneo[®]HPX (RZF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3) e requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Observa-se, no Quadro 4.20, que na maior parte dos períodos de análise, não há diferença significativa quanto à luminosidade entre as amostras de requeijão. Somente no período de 30 dias, a amostra RZF2 possui luminosidade maior que a amostra RZF3.

Quanto à cor amarela, verifica-se que a amostra RZF3 apresenta valor significativamente maior que os demais requeijões em todos os períodos analisados. De acordo com GIGANTE (1998), MEYER (1973) e FURTADO e LOURENÇO NETO (1994), a cor amarela pode ser influenciada pelo teor de lactose, uso de concentrado de proteína de soro (CPS), teor de extrato seco total (EST) e gordura no extrato seco total (GES), e pH. O valor de EST do requeijão RZF3 numericamente superior aos demais requeijões (Quadro 4.14) sugere uma explicação para seu maior valor de cor amarela.

A amostra RZF3 apresenta o menor valor de índice de brancura nos períodos avaliados. O mesmo foi observado na etapa 1 do trabalho, o requeijão cremoso (RCF1) que apresentou menor valor de cor amarela, apresentou maior valor de índice de brancura, como pode ser verificado no Quadro 4.10.

Quadro 4.20 Comparação da cor (L^* , b^* , IB) entre as amostras de requeijão durante a estocagem ($n = 9$).

Variável	Amostra	Dias			
		1d	30d	60d	90d
Luminosidade (L^*)	RZC	86,83 ± 0,63 a	86,71 ± 0,48 ab	87,31 ± 0,38 a	86,94 ± 0,53 a
	RZF1	86,94 ± 0,37 a	87,07 ± 0,75 ab	87,40 ± 0,41 a	87,03 ± 0,50 a
	RZF2	87,25 ± 0,37 a	87,30 ± 0,70 a	87,56 ± 0,30 a	87,15 ± 0,47 a
	RZF3	86,97 ± 0,38 a	86,51 ± 0,51 b	87,16 ± 0,38 a	86,85 ± 0,28 a
	d.m.s.(5%)	0,57	0,79	0,47	0,58
Amarelo (b^*)	RZC	11,36 ± 0,27 b	11,34 ± 0,28 b	11,06 ± 0,55 b	11,23 ± 0,33 b
	RZF1	11,24 ± 0,37 b	11,23 ± 0,20 b	11,16 ± 0,45 b	11,27 ± 0,22 b
	RZF2	11,14 ± 0,35 b	11,18 ± 0,19 b	11,17 ± 0,40 b	11,33 ± 0,20 b
	RZF3	11,86 ± 0,34 a	12,15 ± 0,15 a	11,96 ± 0,36 a	12,04 ± 0,36 a
	d.m.s.(5%)	0,43	0,27	0,57	0,36
Índice de brancura	RZC	53,32 ± 0,49 a	53,26 ± 0,32 b	54,58 ± 1,43 a	53,67 ± 0,40 a
	RZF1	53,57 ± 0,54 a	54,13 ± 1,01 a	54,25 ± 1,50 a	53,86 ± 0,44 a
	RZF2	54,29 ± 1,10 a	54,07 ± 0,72 ab	54,68 ± 1,14 a	53,56 ± 0,42 a
	RZF3	52,10 ± 1,16 b	50,88 ± 0,44 c	52,11 ± 1,27 b	51,68 ± 1,11 b
	d.m.s.(5%)	1,12	0,86	1,71	0,84

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

4.4. Desenvolvimento de Requeijão Cremoso Light com Adição de Fibras Litesse® e NutraFlora®

Na etapa 3 do trabalho foram fabricados e analisados os requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5), além do requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC).

4.4.1. Avaliações Físico-químicas – Matérias-primas e Requeijões

Os valores médios dos resultados de análises físico-químicas do leite cru desnatado, creme de leite e massa utilizados nos processamentos P7, P8 e P9 são apresentados no Quadro 4.21. O mesmo Quadro também mostra os resultados das análises do soro proveniente da coagulação ácida a quente do leite utilizado.

Quadro 4.21 Valores médios da composição da matéria-prima utilizada na fabricação dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC).

Análises	Amostras (média ± desvio padrão)			
	Leite	Soro	Creme	Massa
pH	6,78 ± 0,11	5,09 ± 0,21	6,65 ± 0,07	5,48 ± 0,15
Acidez*	13,14 ± 0,73	23,23 ± 0,73	0,08 ± 0,00	-
Gordura (g/100g)	0,47 ± 0,25	0,00 ± 0,00	61,95 ± 7,01	3,20 ± 2,01
Densidade (g/mL)	1,03 ± 0,00	-	-	-
EST (g/100g)	8,00 ± 0,67	5,61 ± 0,14	66,24 ± 6,94	38,44 ± 2,24
Proteína Total (g/100g)	2,74 ± 0,28	-	-	29,31 ± 4,16
Cinzas (g/100g)	-	-	-	1,92 ± 0,23

(-) = não determinado.

(*) os valores de acidez titulável do leite e soro são dados em graus Dornic (°D), enquanto para o creme é dada em porcentagem de ácido láctico (g/100g).

Observando-se o valor médio de acidez do leite (13,14°D) apresentado pelo Quadro 4.21, verifica-se que este encontra-se dentro do intervalo indicado (entre 13 e 18°D) por MARTINS (1981). Em relação ao valor do pH do leite (6,78), observa-se que está ligeiramente mais alto do que o valor máximo do intervalo indicado pelo mesmo autor (pH de 6,5 a 6,7). O valor médio de pH também está mais alto que os valores encontrados (6,67 e 6,69) por GALLINA (2005), que também utilizou leite desnatado para a obtenção da massa na fabricação de

requeijão cremoso. SILVA (2003), no entanto, encontrou valores de pH próximos, que foram de 6,77 e 6,75.

Observa-se, no Quadro 4.21, que o valor médio de pH da massa (5,48) encontra-se dentro do intervalo sugerido por OLIVEIRA (1986), de 5,2 a 5,7, para que se obtenha uma fusão homogênea. A massa obtida na terceira etapa deste estudo não foi lavada, tendo sido realizadas apenas a primeira dessoragem, enformagem e prensagem.

O teor médio de gordura do creme de leite foi de 61,95%. De acordo com OLIVEIRA (1986) e FERNANDES (1981a), na fabricação de requeijão cremoso, o creme deve ser adicionado quando a massa já estiver fundindo-se, podendo ser creme de leite ou manteiga. Para a fabricação de requeijão cremoso light neste trabalho, a fonte de gordura láctea utilizada foi o creme de leite.

O valor médio de extrato seco total (EST) da massa foi de 38,44%, dentro do intervalo indicado por FERNANDES (1981b, c) que deve ser padronizado para cerca de 38 a 40% na fabricação de requeijão cremoso. Os valores encontrados por SILVA (2003) foram superiores (46,86 e 46,67%) quando também utilizou leite desnatado na obtenção da massa.

O Quadro 4.22 apresenta os valores médios para a caracterização (1 ou 2 dias após o processamento) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5), além do requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), que foram fabricados nos processamentos P7, P8 e P9.

Os valores de pH dos requeijões encontram-se entre 5,85 e 5,89, resultados que estão dentro do intervalo (5,4-6,20) indicado por FERNANDES et al. (1985) e RAPACCI e VAN DENDER (1998). GALLINA (2005) obteve valores superiores para o pH (5,97 e 6,00) de requeijão cremoso light UHT e requeijão cremoso light em copo.

De forma similar à etapa 1, para cada formulação, foi estabelecido um valor de extrato seco total (EST) a fim de se obter um produto com características físicas desejáveis, uma vez que o teor e o tipo de fibra adicionada interferiram na textura dos produtos. Sendo assim, os requeijões com fibra (RCF4 e RCF5)

possuem valor de EST significativamente superior ao requeijão controle (RCC). Na etapa 1, o requeijão cremoso com 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1) apresentou EST numericamente superior ao requeijão controle, porém a diferença não foi significativa. Provavelmente a propriedade da fibra Beneo[®]HPX de substituir gordura auxiliou na firmeza do produto, reduzindo a necessidade de aumentar seu EST.

Quadro 4.22 Valores médios obtidos para a caracterização dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse[®] (RCF4), 3,3% de NutraFlora[®] (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC) (n = 9).

	RCC	RCF4	RCF5	d.m.s.(5%)
pH	5,87 ± 0,09 ab	5,89 ± 0,10 a	5,85 ± 0,10 b	0,035
ACIDEZ (g/100g)	0,72 ± 0,08 a	0,61 ± 0,02 b	0,66 ± 0,02 b	0,052
EST (g/100g)	27,35 ± 0,78 c	29,32 ± 1,09 b	31,16 ± 1,18 a	0,814
GORDURA (g/100g)	10,06 ± 0,78 c	10,68 ± 0,63 b	11,59 ± 0,86 a	0,386
GES (g/100g EST)	36,87 ± 3,93 a	36,52 ± 3,47 a	37,30 ± 3,91 a	2,342
PT (g/100g)	13,70 ± 1,71 a	12,67 ± 0,88 a	13,23 ± 0,99 a	1,239
NS pH 4,6 (g/100g)	0,13 ± 0,05 a	0,14 ± 0,03 a	0,13 ± 0,04 a	0,016
NNP (g/100g)	0,12 ± 0,03 a	0,12 ± 0,05 a	0,09 ± 0,03 a	0,038
CINZAS (g/100g)	2,19 ± 0,26 a	1,90 ± 0,21 b	1,94 ± 0,25 b	0,157
CLORETO DE SÓDIO (g/100g)	0,97 ± 0,11 a	0,85 ± 0,05 b	0,93 ± 0,04 a	0,075
CALCIO (mg/100g)	238,69 ± 15,68 a	216,23 ± 19,20 b	227,80 ± 13,03 ab	13,247
FÓSFORO (mg/100g)	380,50 ± 36,67 a	352,93 ± 26,50 b	375,08 ± 28,56 ab	26,240
MAGNÉSIO (mg/100g)	11,44 ± 1,52 a	10,27 ± 0,85 b	10,91 ± 0,66 ab	0,668
SÓDIO (mg/100g)	639,91 ± 140,27 a	561,90 ± 72,75 b	610,27 ± 139,69 ab	64,695

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

O teor de proteína total variou entre 12,67 e 13,70%, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) para os produtos RCC, RCF4 e RCF5. Os produtos com fibra

apresentam menor teor de umidade, o que poderia resultar em maior teor de proteína. No entanto, como foi observado nos requeijões fabricados nas etapas 1 e 2, quanto maior o teor de fibra, menor o teor de proteína, pois a fibra (carboidrato) substitui parte da proteína no extrato seco total do produto.

Quanto ao teor de cinzas e de minerais (cloreto de sódio, cálcio, fósforo, magnésio e sódio), observa-se que o requeijão controle (RCC) possui maior valor em relação ao produto RCF4, o que demonstra que quanto maior o teor de massa básica (proteína) maior o teor de cinzas e de minerais. O produto RCF5, por possuir valor de EST significativamente ($p < 0,05$) superior ao RCF4, não difere em relação ao controle quanto ao teor de minerais.

O Quadro 4.23 apresenta a composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem de 90 dias. A Figura 4.18 ilustra a evolução do pH ao longo da estocagem. Em relação às amostras controle (RCC) e RCF5, observa-se que o pH se manteve estável na maior parte dos pontos de análise, variando nos períodos de 60 e 90 dias para o RCC e no período de 90 dias para o RCF5.

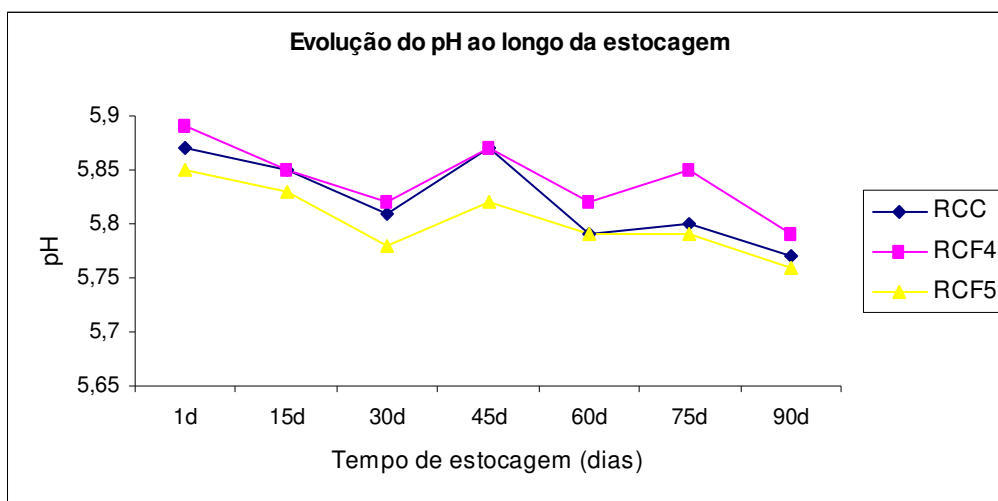


Figura 4.18 Valores médios de pH dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem.

Os valores de pH das amostras se encontram entre 5,76 e 5,89. Valores próximos aos encontrados nos requeijões fabricados na etapa 1 deste trabalho, em que o pH das amostras de requeijão cremoso light variaram de 5,77 a 5,91. Na

etapa 2, em que foram fabricados requeijões sem adição de gordura, os valores de pH das amostras variaram entre 5,80 e 5,89.

A Figura 4.19 apresenta a variação no teor de acidez titulável ao longo do período de estocagem de 90 dias. Entre todas as amostras, a variação de acidez foi de 0,60 a 0,82. As amostras com adição de fibra apresentaram menor variação significativa quanto ao teor de acidez durante o período de 90 dias. SILVA (2003) encontrou variação de acidez de 0,31 a 0,88 em amostras de requeijão cremoso light, provenientes de dois processamentos com acidificação direta a quente, durante o período de estocagem de 120 dias.

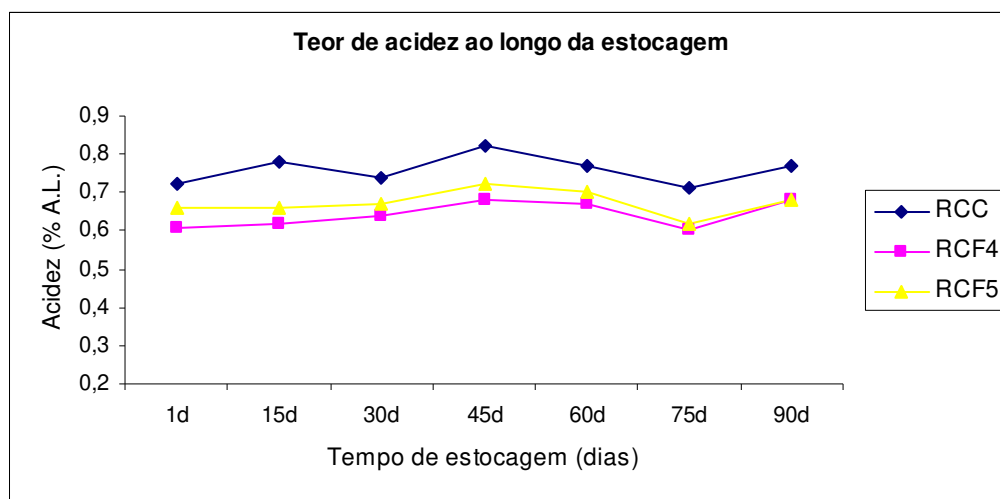


Figura 4.19 Valores médios do teor de acidez dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem.

A Figura 4.20 apresenta a evolução de extrato seco total (EST) dos requeijões ao longo de 90 dias. Observando a Figura e o Quadro 4.23, verifica-se que houve pouca variação significativa ($p < 0,05$) de EST. Na amostra controle (RCC), foi observada variação nos períodos de 30 e 90 dias. Nas amostras RCF4 e RCF5, foi observada variação nos períodos de 60 e 90 dias, respectivamente.

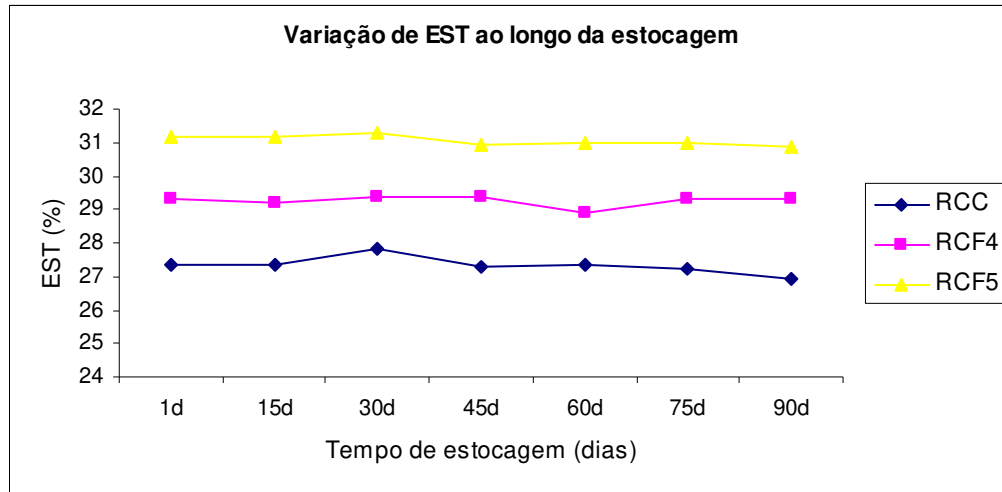


Figura 4.20 Valores médios do extrato seco total (EST) dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem.

Observa-se no Quadro 4.23 que o teor de gordura também variou pouco significativamente. As amostras com fibra variaram significativamente ($p < 0,05$) no período de 15 dias, enquanto a amostra controle variou no período de 60 dias.

A variação no índice de extensão de proteólise (IEP) é ilustrada na Figura 4.21. Todas as amostras apresentaram variação em relação ao IEP nos períodos de 15 e 30 dias, com valores significativamente inferiores aos demais períodos de análise, como é observado na Figura 4.21. Como o requeijão cremoso é um produto estável, não é esperado que ocorra variação de índice de extensão de proteólise durante o seu armazenamento.

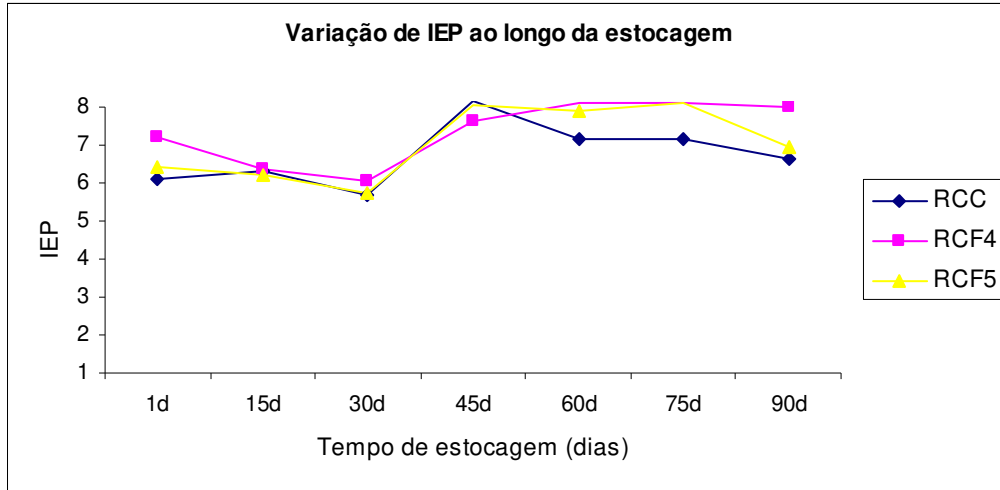


Figura 4.21 Valores médios do índice de extensão de proteólise (IEP) dos requeijões fabricados nos processamentos P7, P8 e P9, durante o período de estocagem.

Quadro 4.23 Composição média dos requeijões ao longo do período de estocagem dos processamentos P7, P8 e P9 (n = 9).

Amostra		1d	15d	30d	Dias 45d	60d	75d	90d	d.m.s. (5%)
RCC	pH	5,87 ± 0,09 a	5,85 ± 0,10 ab	5,81 ± 0,10 ab	5,87 ± 0,08 a	5,79 ± 0,08 b	5,80 ± 0,04 ab	5,77 ± 0,08 b	0,078
	ACIDEZ	0,72 ± 0,08 cd	0,78 ± 0,06 ab	0,74 ± 0,05 bcd	0,82 ± 0,11 a	0,77 ± 0,10 abc	0,71 ± 0,02 d	0,77 ± 0,04 abc	0,056
	EST	27,35 ± 0,78 b	27,33 ± 0,90 b	27,81 ± 1,00 a	27,28 ± 1,27 b	27,37 ± 0,95 b	27,24 ± 0,77 b	26,90 ± 1,17 c	0,340
	GORDURA	10,06 ± 0,78 ab	10,24 ± 0,73 a	10,08 ± 0,41 ab	9,83 ± 0,55 b	9,99 ± 0,71 ab	10,10 ± 0,71 ab	9,88 ± 0,60 b	0,281
	GES	36,87 ± 3,93 abc	37,56 ± 3,84 a	36,34 ± 2,81 bc	36,18 ± 3,73 c	36,60 ± 3,79 bc	37,15 ± 3,61 ab	36,88 ± 3,83 abc	0,906
	PT	13,70 ± 1,71 ab	13,70 ± 0,93 ab	14,55 ± 0,94 a	12,81 ± 0,77 b	14,56 ± 1,57 a	14,55 ± 1,02 a	13,86 ± 1,13 ab	1,647
	NT	2,14 ± 0,27 ab	2,16 ± 0,13 ab	2,28 ± 0,15 a	2,01 ± 0,12 b	2,28 ± 0,25 a	2,28 ± 0,16 a	2,24 ± 0,12 ab	0,253
	NS	0,13 ± 0,05 a	0,14 ± 0,03 a	0,13 ± 0,02 a	0,16 ± 0,06 a	0,16 ± 0,02 a	0,16 ± 0,03 a	0,15 ± 0,01 a	0,039
	IEP	6,13 ± 2,08 abc	6,32 ± 0,97 bc	5,68 ± 1,21 c	8,15 ± 3,45 ab	7,16 ± 1,13 a	7,15 ± 1,25 a	6,64 ± 0,62 a	2,100
RCF4	pH	5,89 ± 0,10 a	5,85 ± 0,06 abc	5,82 ± 0,08 bc	5,87 ± 0,07 ab	5,82 ± 0,11 bc	5,85 ± 0,05 abc	5,79 ± 0,11 c	0,072
	ACIDEZ	0,61 ± 0,02 b	0,62 ± 0,04 ab	0,64 ± 0,11 ab	0,68 ± 0,11 a	0,67 ± 0,04 a	0,60 ± 0,06 b	0,68 ± 0,11 a	0,063
	EST	29,32 ± 1,09 a	29,17 ± 1,13 ab	29,40 ± 1,15 a	29,39 ± 1,20 a	28,87 ± 1,17 b	29,30 ± 0,84 a	29,31 ± 1,04 a	0,341
	GORDURA	10,68 ± 0,63 b	11,31 ± 0,89 a	10,77 ± 0,65 b	10,74 ± 0,63 b	10,78 ± 0,58 b	10,67 ± 0,56 b	10,58 ± 0,75 b	0,375
	GES	36,52 ± 3,47 b	38,89 ± 4,15 a	36,77 ± 3,64 b	36,69 ± 3,65 b	37,47 ± 3,42 b	36,48 ± 2,92 b	36,21 ± 3,83 b	1,397
	PT	12,67 ± 0,88 ab	12,77 ± 0,68 ab	13,03 ± 1,97 a	12,08 ± 0,80 b	12,24 ± 0,92 ab	12,52 ± 0,91 ab	12,60 ± 1,21 ab	0,806
	NT	1,99 ± 0,14 ab	2,00 ± 0,11 ab	2,04 ± 0,31 a	1,89 ± 0,12 b	1,92 ± 0,14 ab	1,96 ± 0,91 ab	1,97 ± 0,97 ab	0,127
	NS	0,14 ± 0,03 ab	0,13 ± 0,02 ab	0,12 ± 0,01 b	0,14 ± 0,05 ab	0,16 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 a	0,16 ± 0,03 a	0,031
	IEP	7,20 ± 1,93 abc	6,38 ± 0,92 bc	6,02 ± 1,39 c	7,64 ± 2,33 ab	8,12 ± 0,92 ab	8,08 ± 0,73 a	7,99 ± 1,83 a	1,580
RCF5	pH	5,85 ± 0,10 a	5,83 ± 0,06 a	5,78 ± 0,09 ab	5,82 ± 0,08 ab	5,79 ± 0,10 ab	5,79 ± 0,12 ab	5,76 ± 0,12 b	0,074
	ACIDEZ	0,66 ± 0,02 ab	0,66 ± 0,09 ab	0,67 ± 0,08 ab	0,72 ± 0,13 a	0,70 ± 0,08 a	0,62 ± 0,09 b	0,68 ± 0,12 ab	0,079
	EST	31,16 ± 1,18 ab	31,14 ± 1,08 ab	31,29 ± 1,11 a	30,92 ± 1,56 ab	30,96 ± 1,17 ab	31,01 ± 1,10 ab	30,85 ± 0,99 b	0,371
	GORDURA	11,59 ± 0,86 a	11,21 ± 0,73 ab	11,43 ± 0,89 ab	11,49 ± 0,77 a	11,05 ± 0,66 b	11,32 ± 0,56 ab	11,32 ± 0,68 ab	0,393
	GES	37,30 ± 3,91 a	36,11 ± 3,63 ab	36,66 ± 4,16 ab	37,33 ± 4,05 a	35,81 ± 3,48 b	36,62 ± 3,08 ab	36,77 ± 2,92 ab	1,235
	PT	13,23 ± 0,99 ab	13,39 ± 1,26 a	13,34 ± 1,30 a	12,49 ± 0,94 b	12,91 ± 1,25 ab	13,09 ± 1,60 ab	13,38 ± 1,60 a	0,758
	NT	2,07 ± 0,14 ab	2,10 ± 0,20 a	2,09 ± 0,20 a	1,96 ± 0,15 b	2,02 ± 0,19 ab	2,05 ± 0,25 ab	2,09 ± 0,24 a	0,111
	NS	0,13 ± 0,04 abc	0,13 ± 0,03 bc	0,12 ± 0,01 c	0,16 ± 0,05 abc	0,16 ± 0,02 ab	0,17 ± 0,03 a	0,15 ± 0,03 abc	0,038
	IEP	6,42 ± 2,54 abc	6,20 ± 1,97 bc	5,74 ± 1,13 c	8,03 ± 2,42 ab	7,92 ± 1,12 ab	8,10 ± 1,28 a	6,97 ± 0,93 abc	1,840

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

d.m.s. diferença mínima significativa

Os valores de acidez titulável são dados em porcentagem de ácido láctico (g/100g); EST, gordura, GES, PT, NT, NS são dados em g/100g.

No Quadro 4.24, as amostras de requeijão são comparadas entre si em cada período de análise. Observa-se que o teor de acidez e o de proteína foram numericamente superiores para o requeijão controle (RCC) em todos os períodos de análise durante 90 dias, e foram significativamente ($p < 0,05$) superiores na maior parte dos períodos de análise. A acidez de cada requeijão é proveniente do ácido láctico adicionado ao leite, pois para a obtenção de massa básica (proteína coagulada) é realizada a coagulação ácida a quente de leite desnatado. Sendo assim, o teor de massa básica de cada formulação define também o seu teor de acidez e de proteína total. Esta observação é confirmada pelo maior teor de cinzas e de minerais do requeijão controle em relação às amostras com fibra (Quadro 4.22).

Avaliando o teor de gordura, percebe-se que seu valor é sempre significativamente ($p < 0,05$) inferior para o requeijão controle. Isto ocorre porque, no cálculo da formulação, o teor de gordura da massa básica não é levado em consideração para os requeijões adicionados de fibra. Portanto, estes produtos contêm um teor de gordura mais elevado quando comparados com o controle. Esta diferença significativa não ocorreu na etapa 1, porém observa-se no Quadro 4.1 que o valor médio de gordura da massa na etapa 1 foi de 0,48%. Na etapa 3, no entanto, o Quadro 4.21 apresenta que o valor médio para a gordura da massa foi de 3,20%. OLIVEIRA (1986) explica que 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. Além disso, em todas as etapas foi adquirido leite já desnatado, o que também pode ter contribuído para a variação da gordura remanescente na massa.

Quadro 4.24 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9).

	Amostra	Dias						
		1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d
pH	RCC	5,87 ± 0,09 ab	5,85 ± 0,10 a	5,81 ± 0,10 a	5,87 ± 0,08 a	5,79 ± 0,08 b	5,80 ± 0,04 a	5,77 ± 0,08 ab
	RCF4	5,89 ± 0,10 a	5,85 ± 0,06 a	5,82 ± 0,08 a	5,87 ± 0,07 a	5,82 ± 0,11 a	5,85 ± 0,05 a	5,79 ± 0,11 a
	RCF5	5,85 ± 0,10 b	5,83 ± 0,06 a	5,78 ± 0,09 a	5,82 ± 0,08 a	5,79 ± 0,10 b	5,79 ± 0,12 a	5,76 ± 0,12 b
	d.m.s.(5%)	0,035	0,052	0,035	0,054	0,018	0,071	0,024
ACIDEZ	RCC	0,72 ± 0,08 a	0,78 ± 0,06 a	0,74 ± 0,05 a	0,82 ± 0,11 a	0,77 ± 0,10 a	0,71 ± 0,02 a	0,77 ± 0,04 a
	RCF4	0,61 ± 0,02 b	0,62 ± 0,04 b	0,64 ± 0,11 b	0,68 ± 0,11 b	0,67 ± 0,04 b	0,60 ± 0,06 b	0,68 ± 0,11 b
	RCF5	0,66 ± 0,02 b	0,66 ± 0,09 b	0,67 ± 0,08 ab	0,72 ± 0,13 ab	0,70 ± 0,08 b	0,62 ± 0,09 b	0,68 ± 0,12 b
	d.m.s.(5%)	0,052	0,072	0,084	0,111	0,046	0,059	0,062
EST	RCC	27,35 ± 0,78 c	27,33 ± 0,90 c	27,81 ± 1,00 c	27,28 ± 1,27 c	27,37 ± 0,95 c	27,24 ± 0,77 c	26,90 ± 1,17 c
	RCF4	29,32 ± 1,09 b	29,17 ± 1,13 b	29,40 ± 1,15 b	29,39 ± 1,20 b	28,87 ± 1,17 b	29,30 ± 0,84 b	29,31 ± 1,04 b
	RCF5	31,16 ± 1,18 a	31,14 ± 1,08 a	31,29 ± 1,11 a	30,92 ± 1,56 a	30,96 ± 1,17 a	31,01 ± 1,10 a	30,85 ± 0,99 a
	d.m.s.(5%)	0,814	0,688	0,872	1,104	0,734	0,549	0,920
GORDURA	RCC	10,06 ± 0,78 c	10,24 ± 0,73 b	10,08 ± 0,41 c	9,83 ± 0,55 c	9,99 ± 0,71 b	10,10 ± 0,71 c	9,88 ± 0,60 c
	RCF4	10,68 ± 0,63 b	11,31 ± 0,89 a	10,77 ± 0,65 b	10,74 ± 0,63 b	10,78 ± 0,58 a	10,67 ± 0,56 b	10,58 ± 0,75 b
	RCF5	11,59 ± 0,86 a	11,21 ± 0,73 a	11,43 ± 0,89 a	11,49 ± 0,77 a	11,05 ± 0,66 a	11,32 ± 0,56 a	11,32 ± 0,68 a
	d.m.s.(5%)	0,386	0,619	0,493	0,413	0,557	0,470	0,411
GES	RCC	36,87 ± 3,93 a	37,56 ± 3,84 a	36,34 ± 2,81 a	36,18 ± 3,73 a	36,60 ± 3,79 a	37,15 ± 3,61 a	36,88 ± 3,83 a
	RCF4	36,52 ± 3,47 a	38,89 ± 4,15 a	36,77 ± 3,64 a	36,69 ± 3,65 a	37,47 ± 3,42 a	36,48 ± 2,92 a	36,21 ± 3,83 a
	RCF5	37,30 ± 3,91 a	36,11 ± 3,63 a	36,66 ± 4,16 a	37,33 ± 4,05 a	35,81 ± 3,48 a	36,62 ± 3,08 a	36,77 ± 2,92 a
	d.m.s.(5%)	2,342	2,887	2,682	2,686	2,819	2,360	2,407

Quadro 4.24 Análise comparativa entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9). (Continuação).

Amostra	Dias							
	1d	15d	30d	45d	60d	75d	90d	
PT	RCC	13,70 ± 1,71 a	13,70 ± 0,93 a	14,55 ± 0,94 a	12,81 ± 0,77 a	14,56 ± 1,57 a	14,55 ± 1,02 a	13,86 ± 1,13 a
	RCF4	12,67 ± 0,88 a	12,77 ± 0,68 a	13,03 ± 1,97 b	12,08 ± 0,80 a	12,24 ± 0,92 b	12,52 ± 0,91 b	12,60 ± 1,21 b
	RCF5	13,23 ± 0,99 a	13,39 ± 1,26 a	13,34 ± 1,30 b	12,49 ± 0,94 a	12,91 ± 1,25 b	13,09 ± 1,60 b	13,37 ± 1,60 b
	d.m.s.(5%)	1,239	1,069	0,896	0,825	0,853	1,112	0,951
NT	RCC	2,14 ± 0,27 a	2,16 ± 0,13 a	2,28 ± 0,15 a	2,01 ± 0,12 a	2,28 ± 0,25 a	2,28 ± 0,16 a	2,24 ± 0,12 a
	RCF4	1,99 ± 0,14 a	2,00 ± 0,11 a	2,04 ± 0,31 b	1,89 ± 0,12 a	1,92 ± 0,14 b	1,96 ± 0,91 b	1,97 ± 0,97 b
	RCF5	2,07 ± 0,14 a	2,10 ± 0,20 a	2,09 ± 0,20 b	1,96 ± 0,15 a	2,02 ± 0,19 b	2,05 ± 0,25 b	2,09 ± 0,24 b
	d.m.s.(5%)	0,192	0,159	0,142	0,128	0,134	0,172	0,105
NS	RCC	0,13 ± 0,05 a	0,14 ± 0,03 a	0,13 ± 0,02 a	0,16 ± 0,06 a	0,16 ± 0,02 a	0,16 ± 0,03 a	0,15 ± 0,01 a
	RCF4	0,14 ± 0,03 a	0,13 ± 0,02 a	0,12 ± 0,01 ab	0,14 ± 0,05 b	0,16 ± 0,01 a	0,16 ± 0,01 a	0,16 ± 0,03 a
	RCF5	0,13 ± 0,04 a	0,13 ± 0,03 a	0,12 ± 0,01 b	0,16 ± 0,05 ab	0,16 ± 0,02 a	0,17 ± 0,03 a	0,15 ± 0,03 a
	d.m.s.(5%)	0,016	0,024	0,011	0,017	0,012	0,017	0,027
IEP	RCC	6,13 ± 2,08 b	6,32 ± 0,98 a	5,68 ± 1,21 a	8,15 ± 3,45 a	7,17 ± 1,13 b	7,16 ± 1,25 b	6,64 ± 0,62 b
	RCF4	7,20 ± 1,93 a	6,38 ± 0,92 a	6,03 ± 1,39 a	7,64 ± 2,33 a	8,13 ± 0,92 a	8,09 ± 0,73 a	7,99 ± 1,83 a
	RCF5	6,42 ± 2,54 ab	6,20 ± 1,97 a	5,75 ± 1,13 a	8,03 ± 2,42 a	7,92 ± 1,12 ab	8,10 ± 1,28 a	6,97 ± 0,93 ab
	d.m.s.(5%)	0,873	1,157	0,479	1,123	0,768	0,701	1,212

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

Os valores de acidez titulável são dados em porcentagem de ácido láctico (g/100g); EST, gordura, GES, PT, NT, NS são dados em g/100g.

4.4.2. Avaliações Microbiológicas – Matérias-primas e Requeijões

A avaliação microbiológica do leite desnatado e da massa utilizados nos processamentos P7, P8 e P9, e dos requeijões cremosos fabricados, quanto às contagens de microrganismos indicadores (coliformes totais e fecais) e deteriorantes (esporogênicos aeróbios e anaeróbios e bolores e leveduras) estão apresentados nos Quadros 4.25 e 4.26.

No Quadro 4.25, observa-se que não foi detectada a presença de coliformes totais ou fecais nas amostras de leite aquecido a 70°C, nos processamentos 7 e 8. No processamento 9 foi detectada a presença de coliformes totais no leite e na massa. Além disso, há presença de coliformes totais na massa do processamento 8. Nos requeijões obtidos a partir destas massas, no entanto, não foi detectada a sua permanência, pois, em todos os processamentos, não foi detectada a presença de coliformes totais ou fecais nas amostras de requeijão cremoso (RCC, RCF4 e RCF5), como pode ser observado no Quadro 4.26.

Quadro 4.25 Avaliação microbiológica do leite tratado termicamente e da massa utilizados nos processamentos P7, P8 e P9.

AMOSTRAS	Leite	Massa	Leite	Massa	Leite	Massa
ANÁLISES	P7	P7	P8	P8	P9	P9
Coliformes Totais (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	4	0,4	9
Coliformes Fecais (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	0,3	< 3
Bolores e leveduras (UFC)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
B. E. A. M. (UFC)	$2,8 \times 10^1$	$1,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^1$	$4,8 \times 10^2$	$6,8 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$
B. E. An. M. (NMP)	< 0,3	< 3	< 0,3	< 3	< 0,3	4
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. An. M. = bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; B. E. An. P. = bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas.

* Resultados em mililitros (mL^{-1})

** Resultados em gramas (g^{-1})

Não há presença de bolores e leveduras nos leites e nas massas obtidas para os processamentos P7, P8 e P9. Nas amostras de requeijão cremoso (RCC,

RCF4 e RCF5), também não foi detectada a presença de bolores e leveduras, como pode ser observado no Quadro 4.26.

Foi detectada a presença de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas no leite e na massa de todos os processamentos (Quadro 4.25), assim como, em todos os requeijões (RCC, RCF4 e RCF5) nos períodos avaliados (Quadro 4.26). Os índices detectados nos requeijões mantiveram-se entre 2×10^1 e $5,4 \times 10^3$ UFC/g. No entanto, nenhuma alteração foi observada nos requeijões durante 90 dias de estocagem refrigerada. Na etapa 1, em que também foram produzidos requeijões light, os índices de bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas detectados nas amostras mantiveram-se entre 2×10^1 e $2,8 \times 10^3$ UFC/g. SILVA (2003) também observou contagem 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 durante 60 dias de estocagem sob refrigeração.

Bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas não foram detectadas no leite dos processamentos 7, 8 e 9. Em relação à massa, somente no processamento 9 foi detectada a presença de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas. Nos requeijões fabricados no processamento 9, no entanto, não foi observada a permanência destas bactérias. No requeijão controle (RCC), foi detectada a presença de bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas nos processamentos 7 e 8. Já nas amostras com adição de fibra, não foram detectadas bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas e psicrotróficas.

Quadro 4.26 Avaliação microbiológica dos requeijões após 1, 30, 60 e 90 dias de estocagem dos processamentos 7, 8 e 9.

Amostra	Análises	P7/1d	P7/30d	P7/60d	P7/90d	P8/1d	P8/30d	P8/60d	P8/90d	P9/1d	P9/30d	P9/60d	P9/90d
RCC	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$3,6 \times 10^2$	$5,8 \times 10^2$	$8,6 \times 10^2$	$4,5 \times 10^3$	$4,2 \times 10^2$	$5,4 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$9,0 \times 10^2$	$6,6 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	4	< 3	< 3	< 3	< 3	4,3	< 3	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
RCF4	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$4,0 \times 10^1$	$2,2 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
RCF5	Coliformes Totais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Coliformes Fecais (NMP/g)	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-	< 3	-	-	-
	Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
	B. E. A. M. (UFC/g)	$1,6 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$7,2 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$
	B. E. An. M. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
	B. E. An. P. (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3

NMP = número mais provável; UFC = unidades formadoras de colônias; B. E. A. M. = bactérias esporogênicas aeróbias mesófilas; B. E. An. M. = bactérias esporogênicas anaeróbias mesófilas; B. E. An. P. = bactérias esporogênicas anaeróbias psicrotróficas. (-) = não determinado.

4.4.3. Análise do Perfil de Textura

O perfil de textura dos requeijões RCC, RCF4, RCF5 descrito pelos parâmetros firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade, obtidos pela análise em Texturômetro TA-XT2, operando em modo TPA, está apresentado pelos Quadros 4.27 e 4.28.

No Quadro 4.27, observa-se que os requeijões não variaram significativamente ($p < 0,05$) em relação à firmeza, adesividade, coesividade e gomosidade durante o período de estocagem de 90 dias. Apesar da Figura 4.22 mostrar uma tendência de variação para o parâmetro de coesividade, não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância. Somente a amostra controle (RCC) apresentou variação significativa no período de 60 dias para o parâmetro de elasticidade.

Nesta etapa, não foi observado aumento da firmeza do requeijão controle, como foi observado na etapa 1 deste trabalho. Possivelmente, devido ao maior valor inicial do parâmetro firmeza (maior teor de concentrado de proteína de soro – WPC 34%), houve aumento gradativo da firmeza na primeira etapa, como apresenta o Quadro 4.7. Não houve alteração da formulação do requeijão cremoso light controle, porém os resultados de textura da etapa 3 são referentes somente ao processamento 9. Provavelmente, devido à maior entrada de vapor úmido durante o processo de fusão e de cozimento, em que é realizado o aquecimento por vapor direto, os requeijões produzidos neste processamento apresentaram maior teor de umidade. Com isso, os valores de firmeza do requeijão controle e das demais amostras foram reduzidos.

Os valores de extrato seco total (EST) de cada formulação, apresentados no Quadro 4.22, são resultados das médias de EST dos processamentos 7, 8 e 9 e, portanto, não ilustram o maior teor de umidade dos requeijões fabricados no processamento 9.

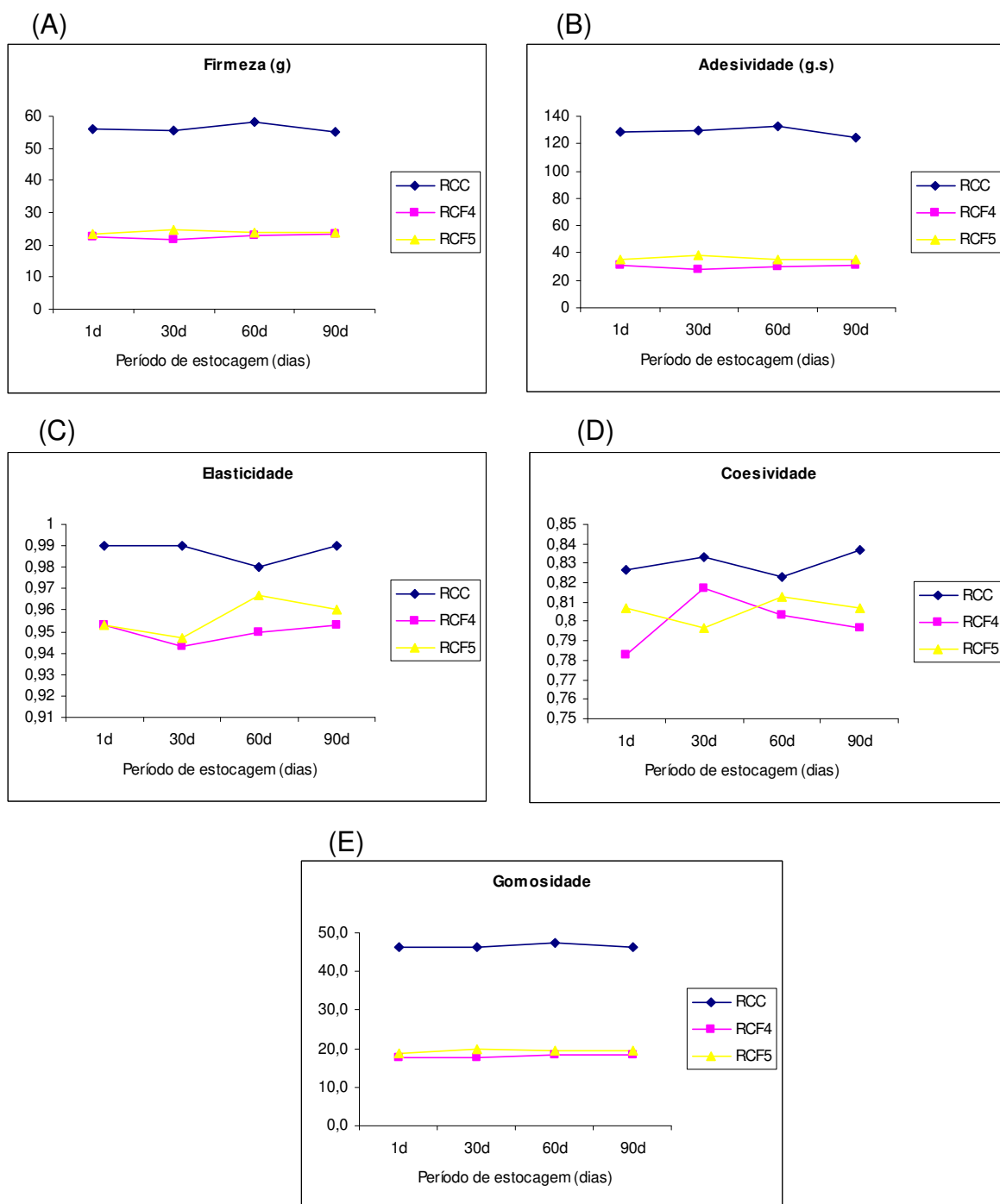


Figura 4.22 Gráficos obtidos para os parâmetros de firmeza (A), adesividade (B), elasticidade (C), coesividade (D) e gomosidade (E) na avaliação do perfil de textura dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse[®] (RCF4), 3,3% de NutraFlora[®] (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Quadro 4.27 Avaliação dos parâmetros de textura ao longo do período de estocagem do processamento P9 (n = 3).

Amostra	Parâmetro	Dias				d.m.s.(5%)
		1d	30d	60d	90d	
RCC	Firmeza (g)	55,883 ± 0,757 a	55,590 ± 0,610 a	58,073 ± 4,670 a	55,260 ± 4,141 a	8,259
	Adesividade ¹ (g.s)	128,447 ± 4,639 a	129,283 ± 1,183 a	132,573 ± 7,995 a	124,040 ± 10,731 a	18,581
	Elasticidade ²	0,990 ± 0,000 a	0,990 ± 0,000 a	0,980 ± 0,000 b	0,990 ± 0,000 a	0,010
	Coabilidade ²	0,827 ± 0,006 a	0,833 ± 0,006 a	0,823 ± 0,015 a	0,837 ± 0,006 a	0,024
	Gomosidade ²	46,300 ± 0,398 a	46,347 ± 0,541 a	47,573 ± 2,997 a	46,207 ± 3,416 a	6,006
RCF4	Firmeza (g)	22,683 ± 1,576 a	21,647 ± 1,046 a	22,840 ± 0,509 a	23,257 ± 1,788 a	3,468
	Adesividade ¹ (g.s)	31,107 ± 3,295 a	27,540 ± 1,388 a	30,250 ± 1,840 a	30,953 ± 0,318 a	5,274
	Elasticidade ²	0,953 ± 0,015 a	0,943 ± 0,006 a	0,950 ± 0,010 a	0,953 ± 0,006 a	0,026
	Coabilidade ²	0,783 ± 0,021 a	0,817 ± 0,012 a	0,803 ± 0,015 a	0,797 ± 0,012 a	0,040
	Gomosidade ²	17,813 ± 0,766 a	17,647 ± 0,711 a	18,337 ± 0,401 a	18,533 ± 1,199 a	2,144
RCF5	Firmeza (g)	23,460 ± 1,045 a	24,763 ± 1,138 a	24,020 ± 1,070 a	24,023 ± 0,422 a	2,518
	Adesividade ¹ (g.s)	35,647 ± 4,273 a	38,780 ± 3,540 a	34,880 ± 4,214 a	34,757 ± 2,195 a	9,551
	Elasticidade ²	0,953 ± 0,006 a	0,947 ± 0,012 a	0,967 ± 0,006 a	0,960 ± 0,010 a	0,023
	Coabilidade ²	0,807 ± 0,012 a	0,797 ± 0,012 a	0,813 ± 0,012 a	0,807 ± 0,015 a	0,033
	Gomosidade ²	18,907 ± 0,648 a	19,737 ± 0,690 a	19,467 ± 0,641 a	19,437 ± 0,104 a	1,501

¹Valores em módulo ²Valores adimensionais Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.
d.m.s. diferença mínima significativa.

O Quadro 4.28 compara os parâmetros de textura entre as amostras de requeijão cremoso em cada período de estocagem. Verifica-se no Quadro 4.8 que, em todos os períodos de análise, o requeijão controle possui valores de firmeza, adesividade, elasticidade e gomosidade significativamente ($p < 0,05$) superiores em relação aos requeijões com fibra.

Observa-se que os valores de firmeza dos requeijões com fibra variam de 21,647 a 24,763. GALLINA (2005) obteve valores próximos para a firmeza de requeijão cremoso UHT convencional, variando de 18,994 a 21,946. Em seu trabalho, houve a necessidade de redução da firmeza dos produtos para que fosse possível o tratamento térmico e acondicionamento em embalagem UHT.

Quadro 4.28 Comparação dos parâmetros de textura entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 3).

Parâmetro	Amostra	Dias			
		1d	30d	60d	90d
Firmeza (g)	RCC	55,883 ± 0,757 a	55,590 ± 0,610 a	58,073 ± 4,670 a	55,260 ± 4,141 a
	RCF4	22,683 ± 1,576 b	21,647 ± 1,046 c	22,840 ± 0,509 b	23,257 ± 1,788 b
	RCF5	23,460 ± 1,045 b	24,763 ± 1,138 b	24,020 ± 1,070 b	24,023 ± 0,422 b
	d.m.s.(5%)	2,948	2,403	6,969	6,553
Adesividade ¹ (g.s)	RCC	128,447 ± 4,639 a	129,283 ± 1,183 a	132,573 ± 7,995 a	124,040 ± 10,731 a
	RCF4	31,107 ± 3,295 b	27,540 ± 1,388 c	30,250 ± 1,840 b	30,953 ± 0,318 b
	RCF5	35,647 ± 4,273 b	38,780 ± 3,540 b	34,880 ± 4,214 b	34,757 ± 2,195 b
	d.m.s.(5%)	10,292	5,759	13,340	15,848
Elasticidade ²	RCC	0,990 ± 0,000 a	0,990 ± 0,000 a	0,980 ± 0,000 a	0,990 ± 0,000 a
	RCF4	0,953 ± 0,015 b	0,943 ± 0,006 b	0,950 ± 0,010 b	0,953 ± 0,006 b
	RCF5	0,953 ± 0,006 b	0,947 ± 0,012 b	0,967 ± 0,006 ab	0,960 ± 0,010 b
	d.m.s.(5%)	0,024	0,019	0,017	0,017
Coesividade ²	RCC	0,827 ± 0,006 a	0,833 ± 0,006 a	0,823 ± 0,015 a	0,837 ± 0,006 a
	RCF4	0,783 ± 0,021 b	0,817 ± 0,012 ab	0,803 ± 0,015 a	0,797 ± 0,012 b
	RCF5	0,807 ± 0,012 ab	0,797 ± 0,012 b	0,813 ± 0,012 a	0,807 ± 0,015 b
	d.m.s.(5%)	0,035	0,025	0,035	0,029
Gomosidade ²	RCC	46,300 ± 0,398 a	46,347 ± 0,541 a	47,573 ± 2,997 a	46,207 ± 3,416 a
	RCF4	17,813 ± 0,766 b	17,647 ± 0,711 c	18,337 ± 0,401 b	18,533 ± 1,199 b
	RCF5	18,907 ± 0,648 b	19,737 ± 0,690 b	19,467 ± 0,641 b	19,437 ± 0,104 b
	d.m.s.(5%)	1,561	1,632	4,470	5,239

¹Valores em módulo ²Valores adimensionais d.m.s. diferença mínima significativa.

4.4.4. Cor

Na avaliação dos requeijões cremosos, somente os parâmetros L^* (luminosidade, variando do branco ao negro) e b^* (+b, amarelo) foram utilizados, uma vez que a cor dos queijos fundidos varia do creme ao branco. Foi avaliado também o índice de brancura (IB) – Hunter Lab dos requeijões, considerando que a adição de fibra pode alterar a cor dos produtos, causando escurecimento ou tornando-os amarelados, reduzindo assim o índice de brancura.

As Figuras 4.23, 4.24 e 4.25 ilustram os resultados médios da cor (L^* , b^* e IB) para os requeijões cremosos (RCC, RCF4 e RCF5) fabricados nos processamentos 7, 8 e 9 da etapa 3 deste trabalho, durante o período de 90 dias de estocagem.

No Quadro 4.29, observa-se que todas as amostras de requeijão apresentaram uma tendência de se manterem estáveis em relação aos parâmetros de cor ao longo do período de 90 dias.

Quanto à luminosidade (L^*), a amostra com 3,3% de Litesse[®] (RCF4) manteve-se estável ao longo do período de 90 dias de estocagem. A amostra controle e a amostra com 3,3% de NutraFlora[®] (RCF5) apresentaram variação significativa ($p < 0,05$) somente no período de 30 dias de estocagem.

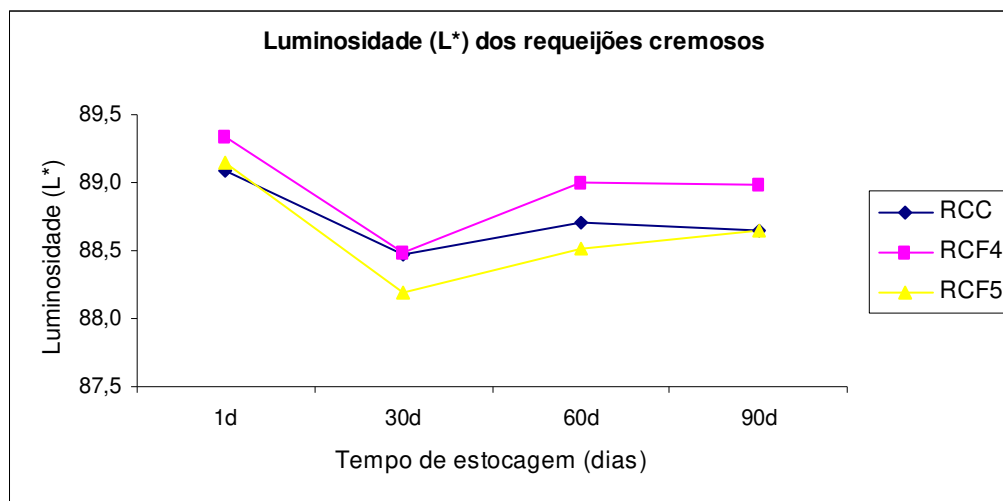


Figura 4.23 Luminosidade (L^*) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse[®] (RCF4), 3,3% de NutraFlora[®] (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

Quanto à cor amarela (b^*), o requeijão RCF5 não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) ao longo da estocagem. Nos requeijões controle e RCF4 houve variação significativa de cor amarela ao longo do tempo.

As amostras controle e RCF5 mantiveram-se estáveis quanto ao índice de brancura ao longo da estocagem (Quadro 4.29).

Quadro 4.29 Avaliação da cor (L^* , b^* , IB) ao longo do período de estocagem dos processamentos P7, P8 e P9 ($n = 9$).

Variável	Amostra	Dias				d.m.s. (5%)
		1d	30d	60d	90d	
Luminosidade (L^*)	RCC	89,09 ± 0,35 a	88,47 ± 0,63 b	88,71 ± 0,77 a	88,65 ± 0,57 ab	0,485
Amarelo (b^*)		11,04 ± 0,77 a	10,83 ± 0,26 ab	10,59 ± 0,18 b	10,58 ± 0,15 b	0,453
Índice de Brancura		56,52 ± 2,05 a	56,27 ± 0,96 a	57,25 ± 1,19 a	57,21 ± 0,92 a	1,164
Luminosidade (L^*)	RCF4	89,34 ± 0,89 a	88,48 ± 0,46 a	89,00 ± 1,04 a	88,98 ± 0,89 a	0,936
Amarelo (b^*)		10,95 ± 0,52 a	10,66 ± 0,14 b	10,46 ± 0,22 bc	10,39 ± 0,31 c	0,258
Índice de Brancura		57,07 ± 0,42 cb	56,83 ± 0,75 c	57,90 ± 1,66 ab	58,06 ± 1,72 a	0,930
Luminosidade (L^*)	RCF5	89,15 ± 0,73 a	88,19 ± 1,02 b	88,51 ± 1,33 ab	88,65 ± 1,25 ab	0,716
Amarelo (b^*)		11,33 ± 0,82 a	11,21 ± 0,38 a	11,18 ± 0,53 a	10,97 ± 0,43 a	0,402
Índice de Brancura		55,87 ± 2,37 a	55,30 ± 1,68 a	55,57 ± 2,70 a	56,23 ± 2,42 a	0,997

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

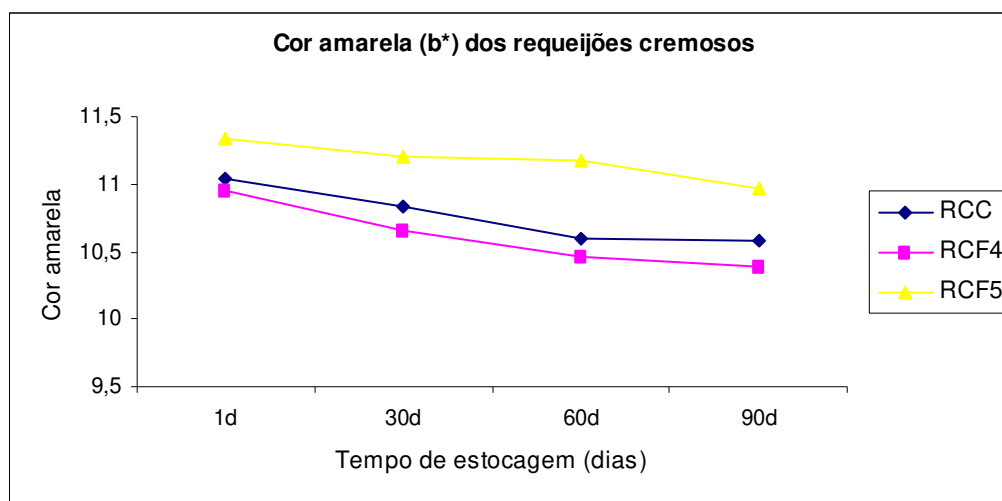


Figura 4.24 Cor amarela (b^*) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4), 3,3% de NutraFlora® (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

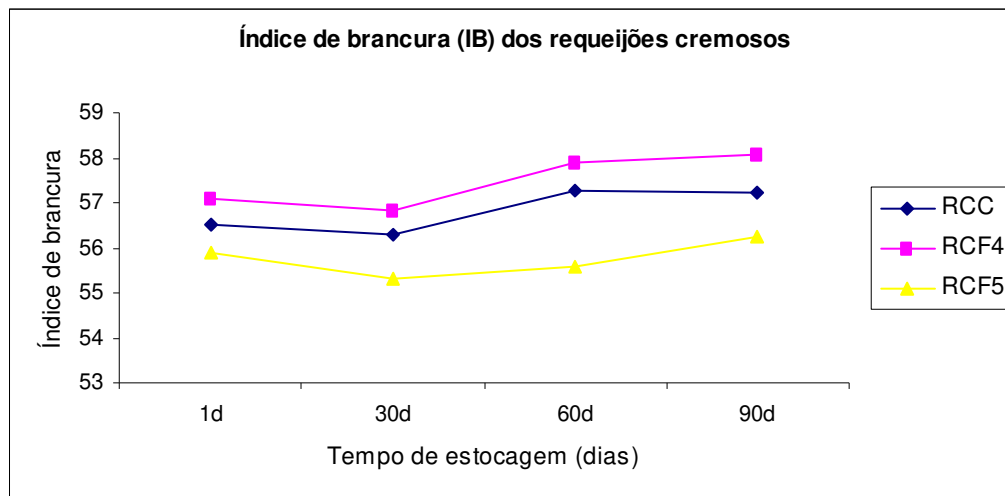


Figura 4.25 Índice de brancura (IB) dos requeijões cremosos light com adição de 3,3% de Litesse[®] (RCF4), 3,3% de NutraFlora[®] (RCF5) e requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), ao longo do período de estocagem de 90 dias.

O Quadro 4.30 compara a cor entre as amostras de requeijão em cada período de análise.

Quadro 4.30 Comparação da cor (L*, b*, IB) entre as amostras de requeijão durante a estocagem (n = 9).

Variável	Amostra	Dias			
		1d	30d	60d	90d
Luminosidade (L*)	RCC	89,09 ± 0,35 a	88,47 ± 0,63 a	88,71 ± 0,77 ab	88,65 ± 0,57 a
	RCF4	89,34 ± 0,89 a	88,48 ± 0,46 a	89,00 ± 1,04 a	88,98 ± 0,89 a
	RCF5	89,15 ± 0,73 a	88,19 ± 1,02 a	88,51 ± 1,33 b	88,65 ± 1,25 a
	d.m.s.(5%)	0,682	0,403	0,371	0,486
Amarelo (b*)	RCC	11,04 ± 0,77 ab	10,83 ± 0,26 b	10,59 ± 0,18 b	10,58 ± 0,15 b
	RCF4	10,95 ± 0,52 b	10,66 ± 0,14 b	10,46 ± 0,22 b	10,39 ± 0,31 b
	RCF5	11,33 ± 0,82 a	11,21 ± 0,38 a	11,18 ± 0,53 a	10,97 ± 0,43 a
	d.m.s.(5%)	0,302	0,301	0,284	0,251
Índice de brancura	RCC	56,52 ± 2,05 a	56,27 ± 0,96 ab	57,25 ± 1,19 a	57,21 ± 0,92 ab
	RCF4	57,07 ± 0,42 a	56,83 ± 0,75 a	57,90 ± 1,66 a	58,06 ± 1,72 a
	RCF5	55,87 ± 2,37 a	55,30 ± 1,68 b	55,57 ± 2,70 b	56,23 ± 2,42 b
	d.m.s.(5%)	1,407	1,021	1,051	1,124

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

d.m.s. diferença mínima significativa.

Observa-se que na maior parte dos períodos de análise, não há diferença significativa quanto à luminosidade entre as amostras de requeijão. Somente no período de 60 dias, a amostra RCF4 possui luminosidade significativamente ($p < 0,05$) maior do que a amostra RCF5.

Quanto à cor amarela, verifica-se que a amostra RCF5 apresenta valor significativamente maior que os demais requeijões, exceto no primeiro dia de análise, em que não há diferença significativa entre o controle e RCF5 em relação a este parâmetro de cor. A cor amarela pode ser influenciada pelo teor de lactose, uso de concentrado de proteína de soro (CPS), teor de extrato seco total (EST) e gordura no extrato seco total (GES), e pH (GIGANTE, 1998; MEYER, 1973; FURTADO e LOURENÇO NETO, 1994). Possivelmente, o maior valor de cor amarela para o RCF5 é devido ao seu maior valor de EST, como é apresentado pelo Quadro 4.22.

4.5. Análise de Fibras e Cálculo do Valor Calórico

O resultado da análise de fibra em cada requeijão desenvolvido é apresentado pelo Quadro 4.31.

Quadro 4.31 Teor de fibra em cada requeijão.

Amostra	Fibra (g/100g)	Recuperação (%)
RCF1 (requeijão light com 3,3% de Beneo [®] HPX)	2,84 ± 0,04	86,06
RCF2 (requeijão light com 6,7% de Beneo [®] HPX)	6,10 ± 0,04	91,04
RCF3 (requeijão light com 6,7% de Beneo [®] Synergy1)	6,76 ± 0,35	100,90
RCF4 (requeijão light com 3,3% de Litesse [®])	3,25 ± 1,39	98,48
RCF5 (requeijão light com 3,3% de NutraFlora [®])	2,76 ± 0,10	83,64
RZF1 (requeijão sem gordura com 3,3% de Beneo [®] HPX)	2,79 ± 0,11	84,55
RZF2 (requeijão sem gordura com 6,7% de Beneo [®] HPX)	5,43 ± 0,18	81,04
RZF3 (requeijão sem gordura com 6,7% de Beneo [®] Synergy1)	5,31 ± 0,03	79,25

Observa-se que, na maior parte das amostras, o teor de fibra é inferior ao calculado, ou seja, a porcentagem de recuperação é inferior a 100. Uma possível explicação é o tempo de estocagem das amostras quando a análise foi realizada,

que variou de 60 a 240 dias, sendo a vida-de-prateleira estimada para o requeijão cremoso de 90 dias. No entanto, é necessária a análise sensorial para determinar o período de validade de cada produto.

As amostras com menor porcentagem de recuperação (RZF2 e RZF3) são os requeijões com maior tempo de estocagem, 240 dias. De acordo com informações técnicas, a inulina e a oligofrutose podem ser hidrolisadas a cadeias menores e frutose, o que resulta em perda parcial ou total de suas propriedades nutricionais e, em alguns casos, em aumento do gosto doce do produto. A hidrólise depende do pH, atividade de água, temperatura e tempo. Apenas em produtos ácidos e com uma longa vida-de-prateleira não é aconselhável a adição de inulina e/ou oligofrutose. De forma geral, a utilização de uma pequena margem de segurança é suficiente para a obtenção do resultado necessário, como por exemplo, a quantidade correta de fibra ao final da vida-de-prateleira do produto. Segundo MITCHEL (2002), a inulina e fruto-oligossacarídeos podem hidrolisar em pH inferior a 4,0. Estudos demonstraram que em pH 3,2 ocorre aproximadamente 20% de hidrólise de inulina a 20°C. A polidextrose, por sua vez, em solução diluída (concentração aproximada de 5%) e submetida a tratamentos térmicos de 70, 85 e 100°C por mais de 5 horas, em pH entre 3 e 6, mantém-se estável por mais de 30 semanas estocada a -20, 5, 20 e 40°C.

Os demais valores de teor de fibra foram mais elevados do que os valores das amostras RZF2 e RZF3, porém, somente a amostra RCF3 obteve rendimento de 100%. Além da possível hidrólise parcial das fibras durante o longo período de armazenamento, outra possibilidade é a composição do requeijão, o que pode ter interferido em alguma etapa da análise, impedindo uma melhor recuperação. A análise foi realizada no Centro de Química do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, na etapa de validação do método.

O Quadro 4.32 apresenta o valor calórico de cada requeijão. O mesmo Quadro também apresenta o resultado do cálculo do teor de carboidrato excluindo a fibra, que engloba o teor de lactose e de outro carboidrato, como glicose, frutose e sacarose no caso da formulação com adição de Beneo[®]Synergy1 (RCF3 e RZF3), além do possível produto da hidrólise parcial de alguma fibra.

Quadro 4.32 Composição e valor calórico de cada requeijão.

Amostra	Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas	Fibra	Carboidrato excluindo fibra	Valor calórico (kcal/g)
RCC	71,75	14,69	9,48	2,22	Sem adição	1,86	151,52
RCF1	70,48	13,70	9,58	2,03	2,84	1,37	150,76
RCF2	68,94	12,86	9,42	1,62	6,10	1,06	149,61
RCF3	67,46	13,23	9,91	1,75	6,76	0,89	155,81
RCF4	70,68	12,67	10,68	1,90	3,25	0,82	153,33
RCF5	68,84	13,23	11,59	1,94	2,76	1,64	169,31
RZC	79,93	15,12	1,12	2,44	Sem adição	1,39	76,12
RZF1	76,43	15,45	1,20	2,63	2,79	1,50	82,79
RZF2	74,46	14,48	1,18	2,50	5,43	1,95	84,49
RZF3	73,96	14,52	1,15	2,46	5,31	2,60	86,80

Umidade, proteína, gordura, cinzas, fibra, carboidrato excluindo fibra são dados em g/100g

Uma vez que cada fibra utilizada não é digerida no intestino delgado e, portanto, entra no intestino grosso praticamente em sua totalidade onde é fermentada, o seu valor calórico é inferior ao do carboidrato digerível, ou seja, inferior a 4kcal por grama. Para o cálculo foram utilizados os seguintes valores calóricos de cada fibra:

- Beneo[®]HPX: 1,5kcal/g (ACTIVE food ingredients, 2007)
- Beneo[®]Synergy1: 1,5kcal/g (ACTIVE food ingredients, 2007);
- Litesse[®]: 1kcal/g (LAURIDSEN, 2004; MITCHEL, 2002);
- NutraFlora[®]: 2,0kcal/g (BORNET et al., 2002).

Comparando a média do teor de gordura dos requeijões light (10,11%) com a média do teor de gordura dos requeijões sem adição de gordura (1,16%), percebe-se uma redução de 88,53% de gordura. Quanto ao valor calórico, houve uma redução de 46,76%, ou seja, de 155,06kcal/g, que é a média do valor calórico dos produtos light, para 82,55kcal/g, média do valor calórico dos produtos sem adição de gordura.

4.6. Microscopia Eletrônica

4.6.1. Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM)

Nas Figuras 4.26 a 4.35 observa-se a microscopia eletrônica de varredura do requeijão cremoso light controle (RCC), requeijão cremoso light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% da mesma fibra (RCF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3), 3,3% de Litesse[®] (RCF4), 3,3% de NutraFlora[®] (RCF5), requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), requeijão cremoso sem gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% da mesma fibra (RZF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3), respectivamente.

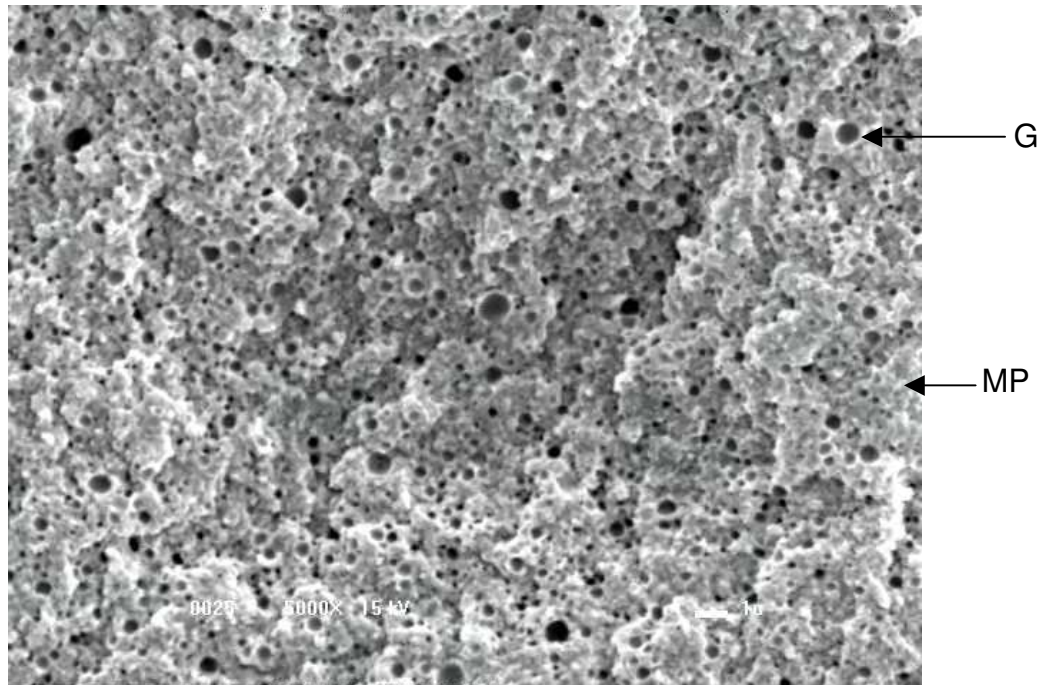


Figura 4.26. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light controle, com teor médio de gordura de 9,48% e proteína total de 14,69%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz proteica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura.

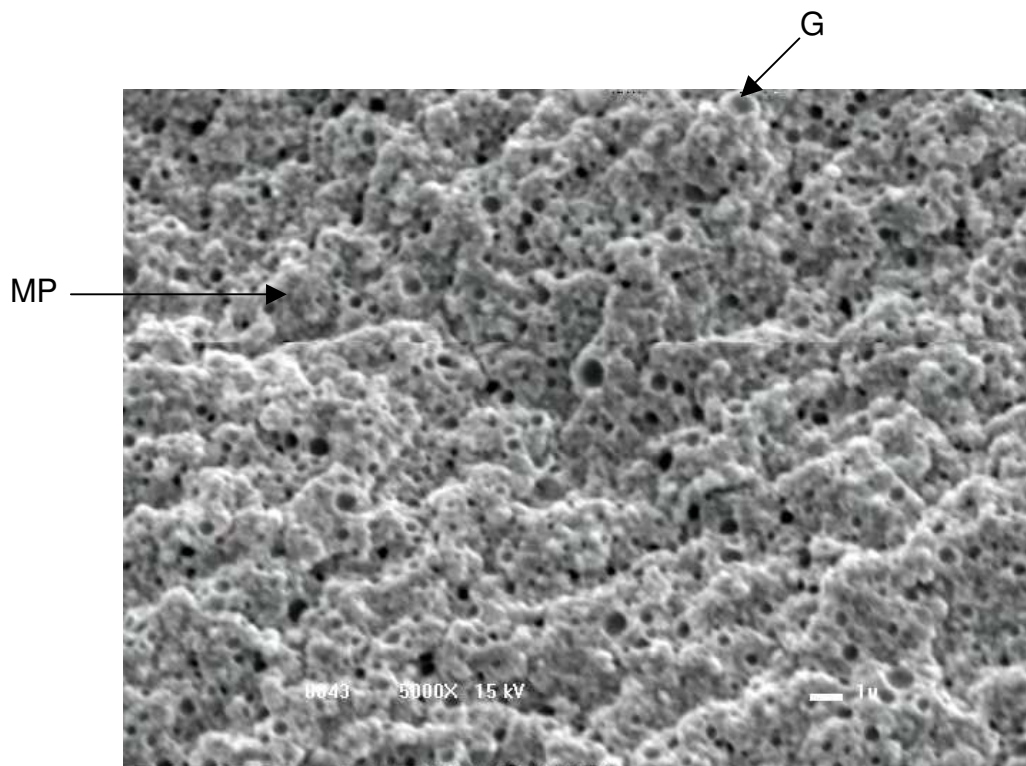


Figura 4.27. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 9,58% e proteína total de 13,70%. Aumento de 5000 x, 15 kv.

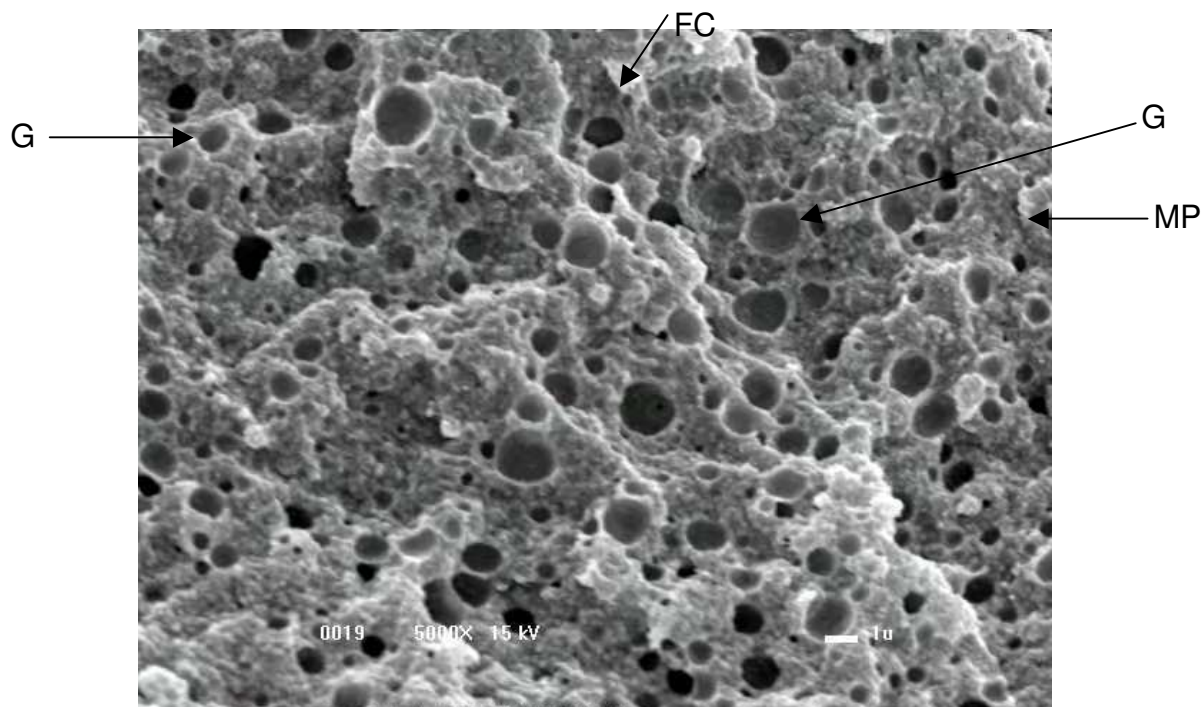


Figura 4.28. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 9,42% e proteína total de 12,86%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura.

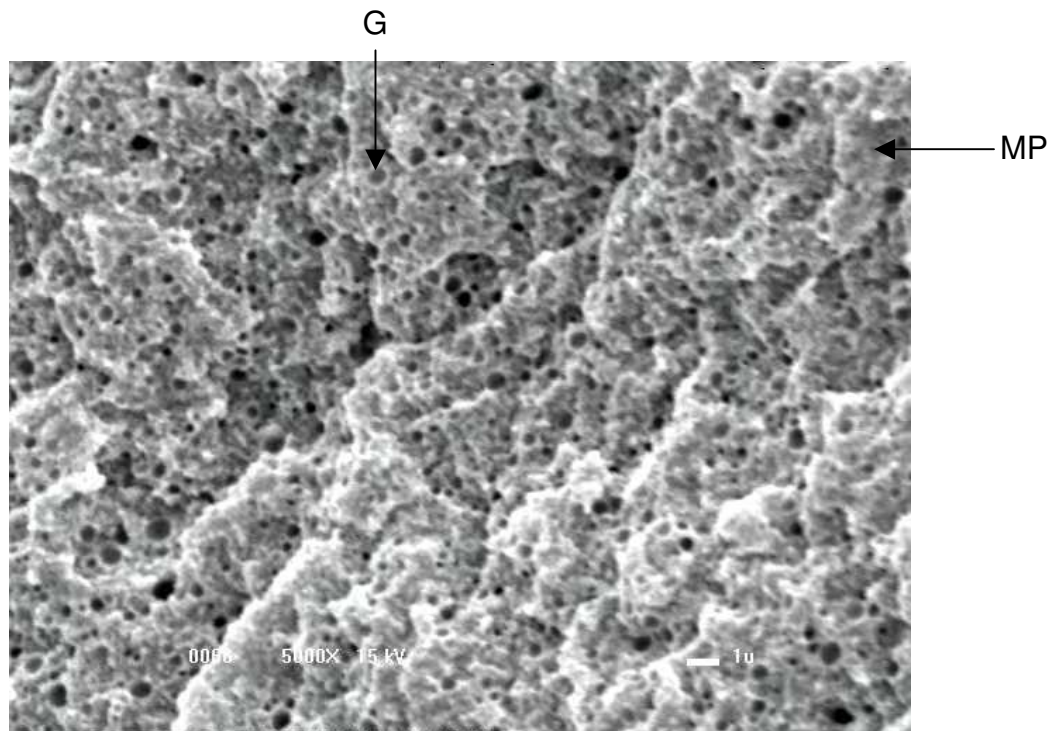


Figura 4.29. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo[®]Synergy1, com teor médio de gordura de 9,91% e proteína total de 13,23%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura.

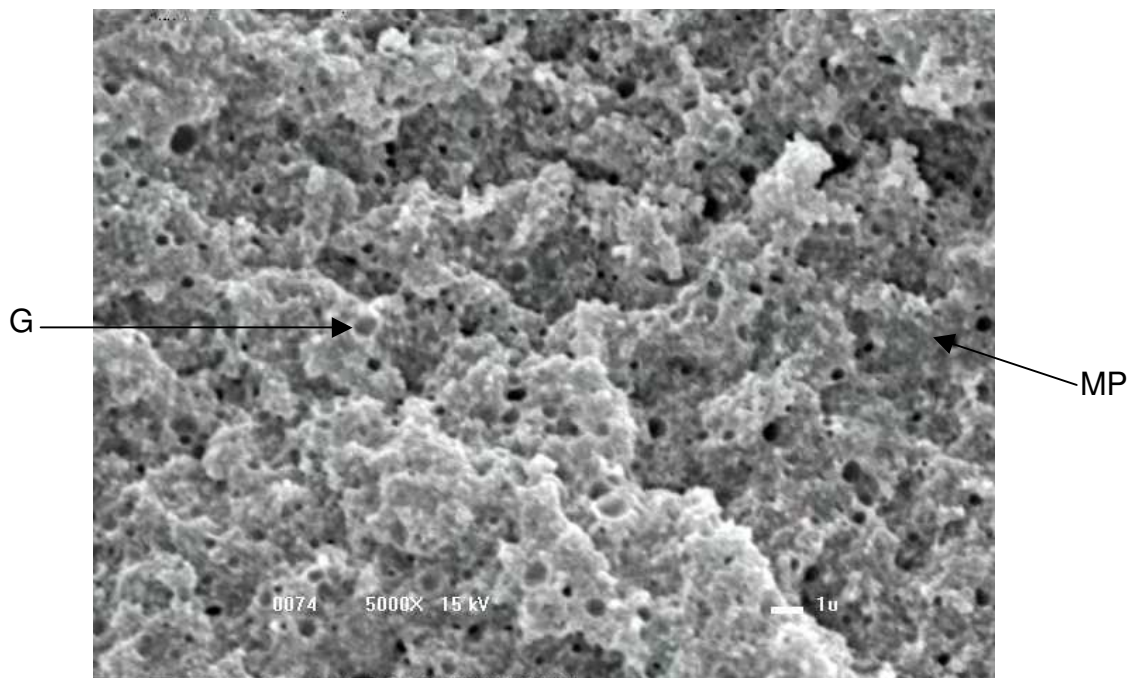


Figura 4.30. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse[®], com teor médio de gordura de 10,68% e proteína total de 12,67%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura.

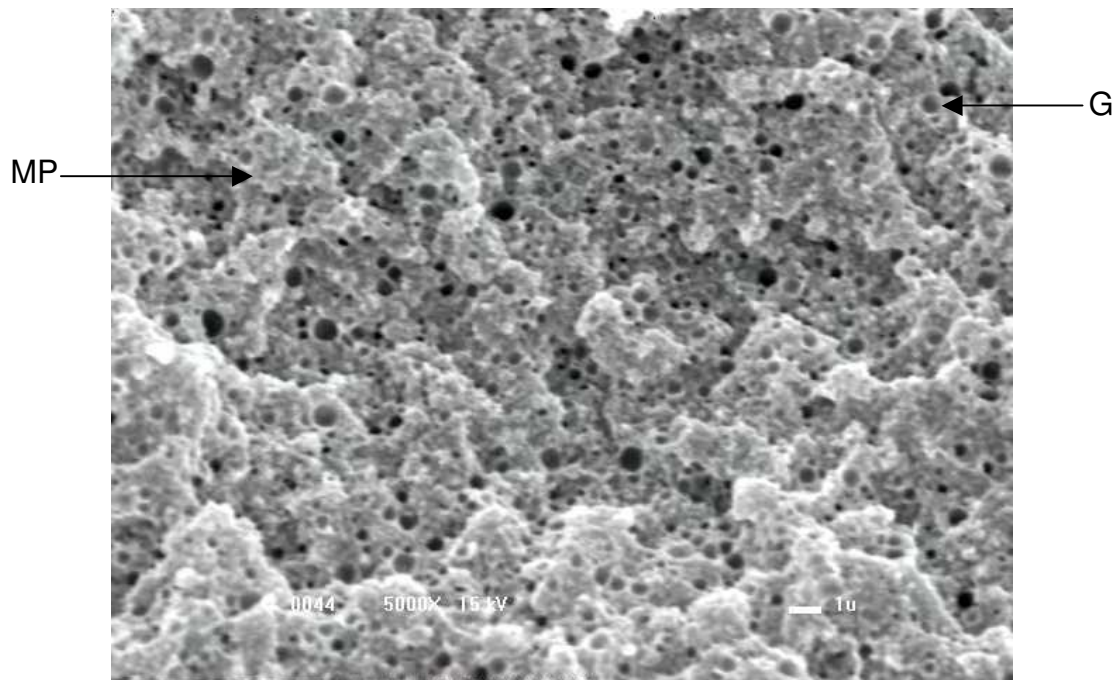


Figura 4.31. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora®, com teor médio de gordura de 11,59% e proteína total de 13,23%. Aumento de 5000 x, 15 kv. MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura.

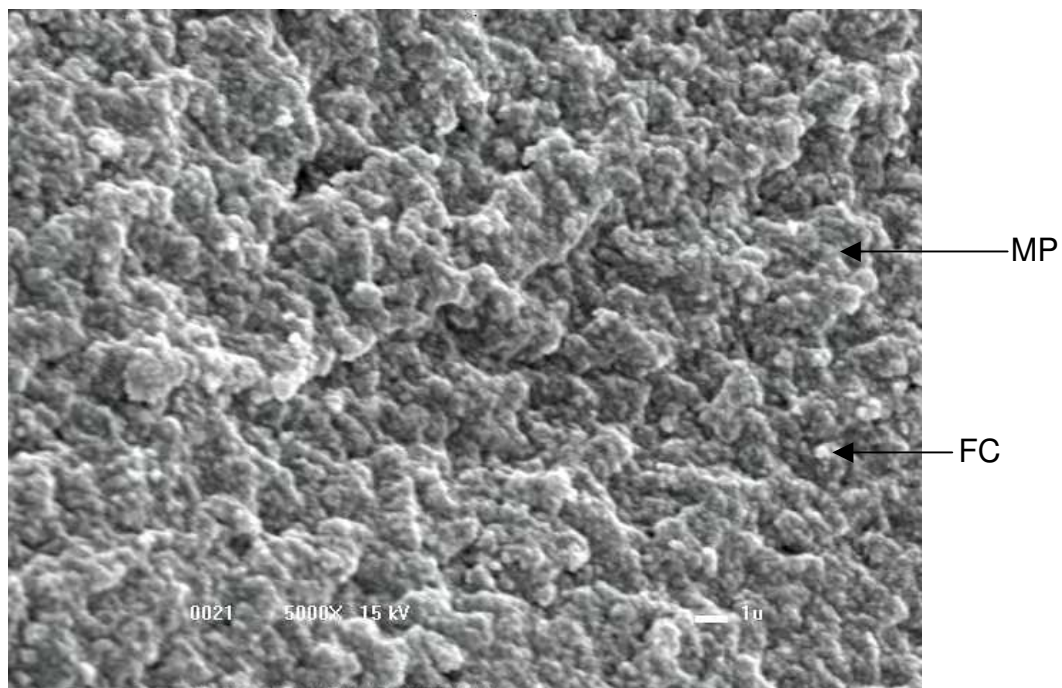


Figura 4.32. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura controle, com teor médio de gordura de 1,12% e proteína total de 15,12%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica.

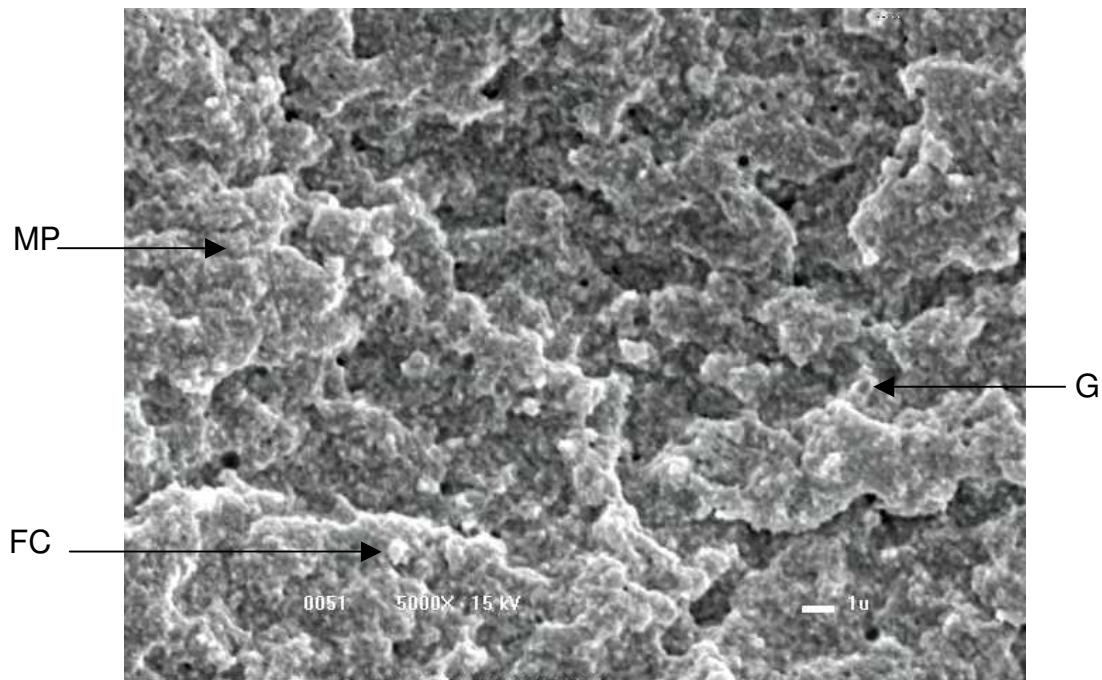


Figura 4.33. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 1,20% e proteína total de 15,45%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica, G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura.

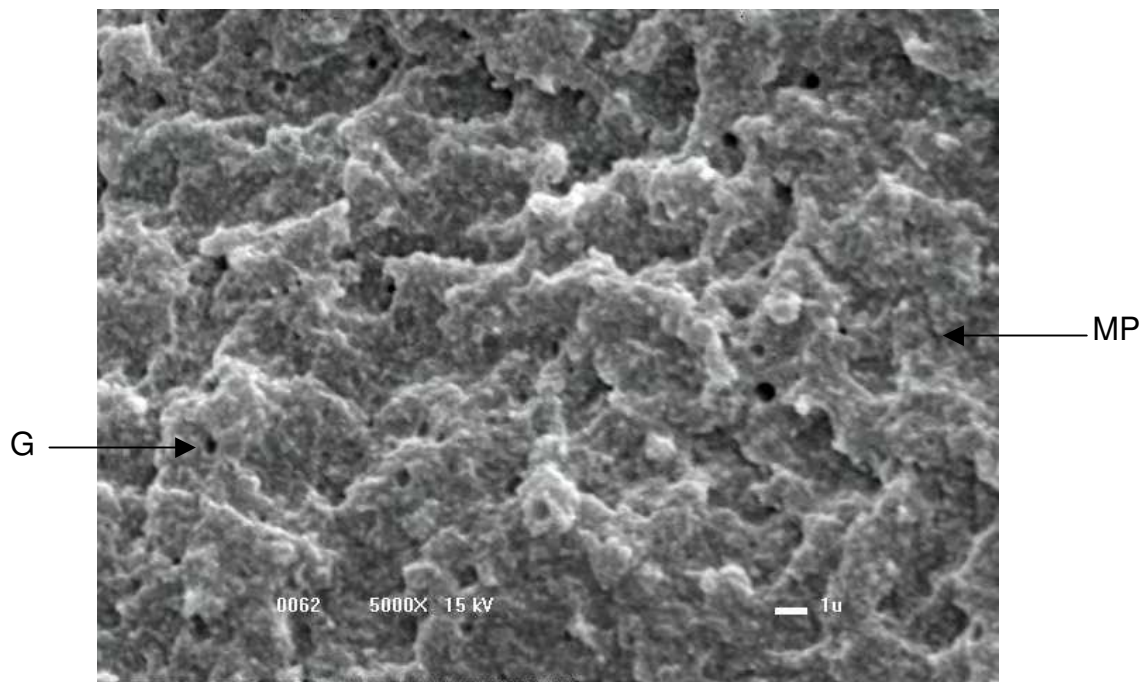


Figura 4.34. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 1,18% e proteína total de 14,48%. Aumento de 5000 x, 15 kv.

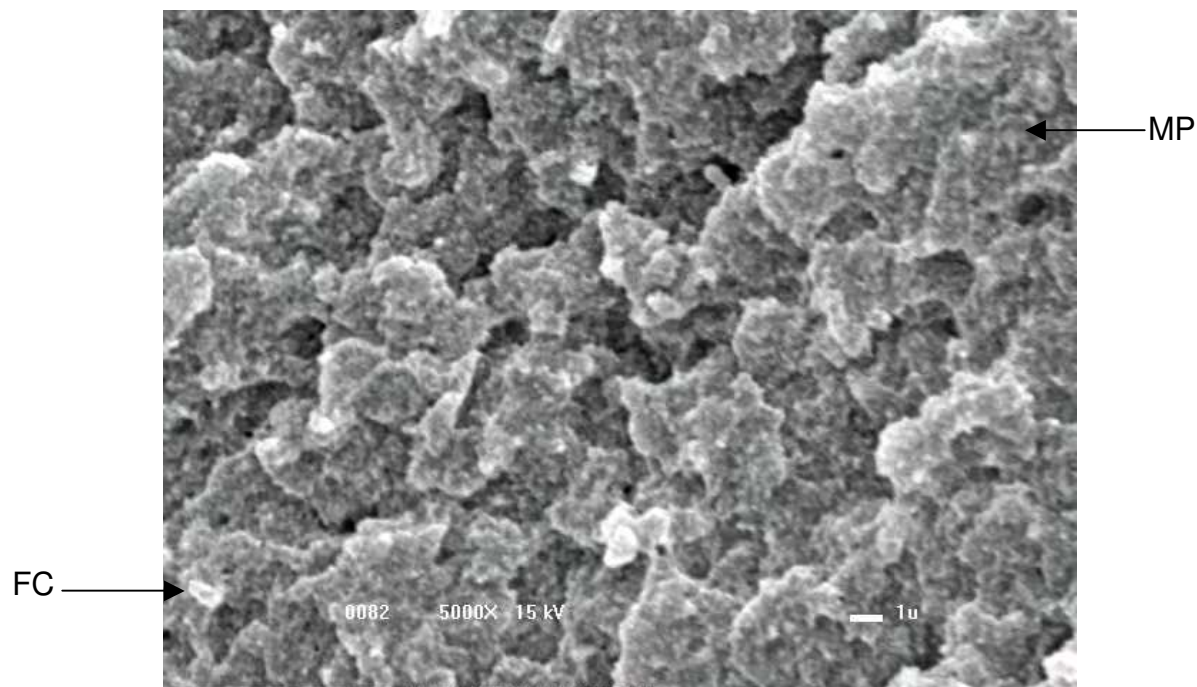


Figura 4.35. Microscopia eletrônica de varredura (SEM) do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo[®] Synergy, com teor médio de gordura de 1,15% e proteína total de 14,52%. Aumento de 5000 x, 15 kv. FC= cristais de fosfato de cálcio, MP = matriz protéica.

Observa-se nas amostras de requeijão cremoso light que a matriz protéica é interrompida por espaços vazios, indicando a presença inicial de glóbulos de gordura, que foram extraídos da amostra durante sua preparação para análise. Os mesmos espaços vazios não são observados em grande número nas amostras de requeijão cremoso sem adição de gordura.

As interrupções da matriz de proteína causadas pelos glóbulos de gordura contribuem para sua desejável textura cremosa (MISTRY e ANDERSON, 1993). Segundo CRITES, DRAKE e SWANSON (1997) e MADADLOU, KHOSROSHAHI e MOUSAVI (2005), na medida em que se reduz o teor de gordura de um queijo, sua matriz protéica se torna mais compacta, o que explica o aumento de sua firmeza e adesividade. O aumento de firmeza e de adesividade dos requeijões sem adição de gordura foi compensado pelo aumento do teor de umidade.

Na Figura 4.28, que apresenta a amostra RCF2, observa-se que a matriz protéica possui uma microestrutura mais aberta, com glóbulos de gordura de dimensões maiores do que nos demais requeijões light. Possivelmente, devido à

sua alta concentração de fibra, assim como, ao tipo de fibra, neste requeijão houve menos ligações entre as cadeias de caseína, o que favoreceu a estrutura porosa e aberta da matriz protéica. De forma similar, LOBATO-CALLEROS et al. (2007) observaram que em queijo com adição de óleo de canola em substituição total à gordura láctea, a estrutura da matriz protéica se tornou mais porosa, com glóbulos de gordura maiores, devido ao menor número de ligações entre as cadeias de caseína. A estrutura mais aberta do RCF2 explica as dificuldades encontradas, na etapa de testes preliminares, para ajustar sua textura, que possuía baixa firmeza. Com a adição de 3% de caseinato de cálcio foi possível obter uma textura desejável para este produto.

Em algumas amostras podem ser observados alguns cristais de fosfato de cálcio. De acordo com KALÁB (1993) e CARIC, GANTAR e KALÁB (1985), os sais emulsificantes seqüestram o cálcio do complexo caseinato de cálcio, podendo conseqüentemente formar cristais de cálcio insolúveis (fosfato de cálcio) que, devido à sua insolubilidade, resistem ao processamento e podem ser observados em queijos processados.

4.6.2. Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM)

As Figuras 4.36 a 4.55 apresentam a microscopia eletrônica de transmissão do requeijão cremoso light controle (RCC), requeijão cremoso light com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% da mesma fibra (RCF2), 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3), 3,3% de Litesse[®] (RCF4), 3,3% de NutraFlora[®] (RCF5), requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), requeijão cremoso sem gordura com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RZF1), 6,7% da mesma fibra (RZF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RZF3).

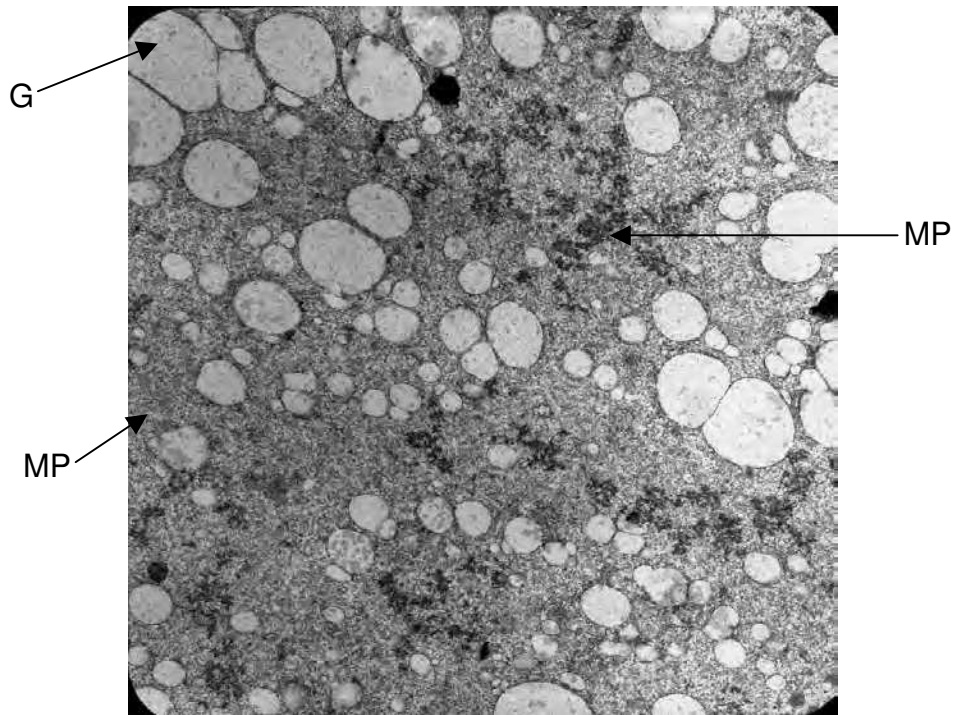


Figura 4.36. TEM do requeijão cremoso light controle, com teor médio de gordura de 9,48% e proteína total de 14,69%. Aumento de 10.000 x. MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura.

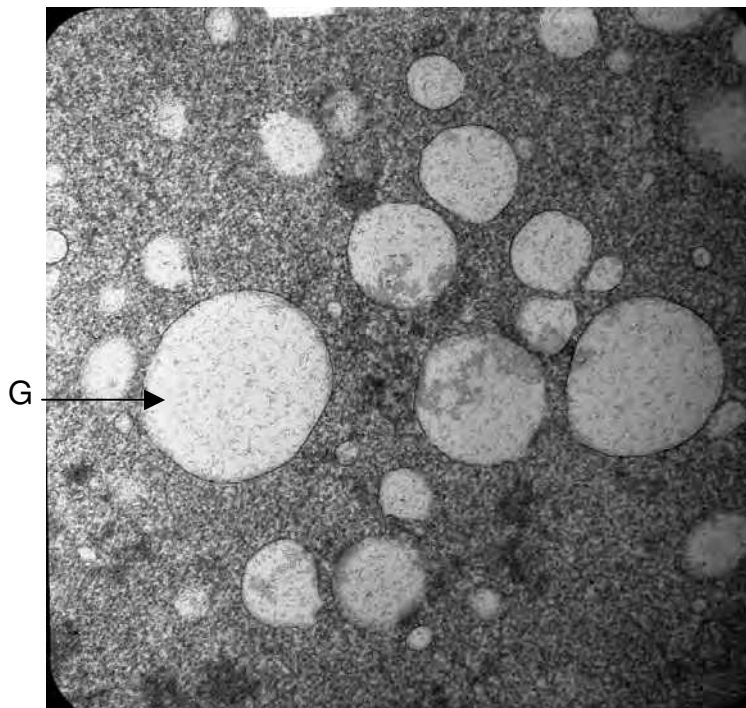


Figura 4.37. TEM do requeijão cremoso light controle, com teor médio de gordura de 9,48% e proteína total de 14,69%. Aumento de 35.970 x. G = glóbulo de gordura.

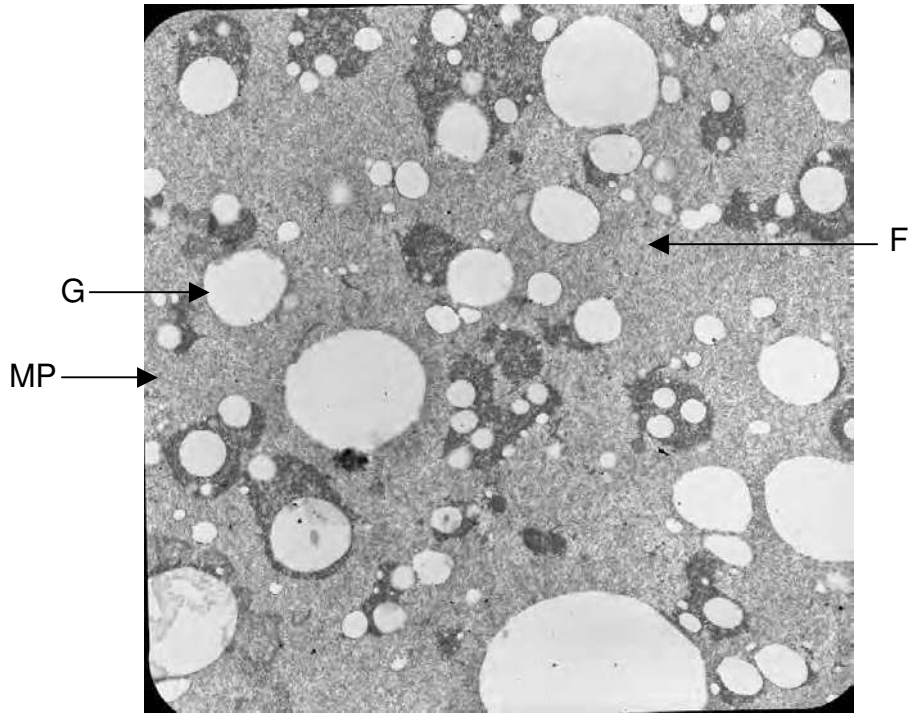


Figura 4.38. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 9,58% e proteína total de 13,70%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura.

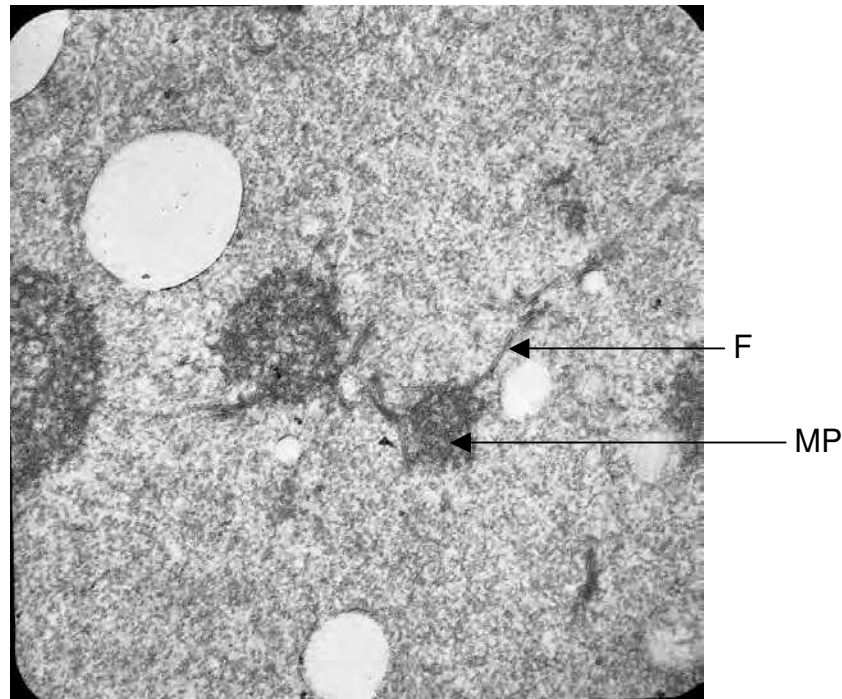


Figura 4.39. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 9,58% e proteína total de 13,70%. Aumento de 35.970 x. F = fibra, MP = matriz protéica.

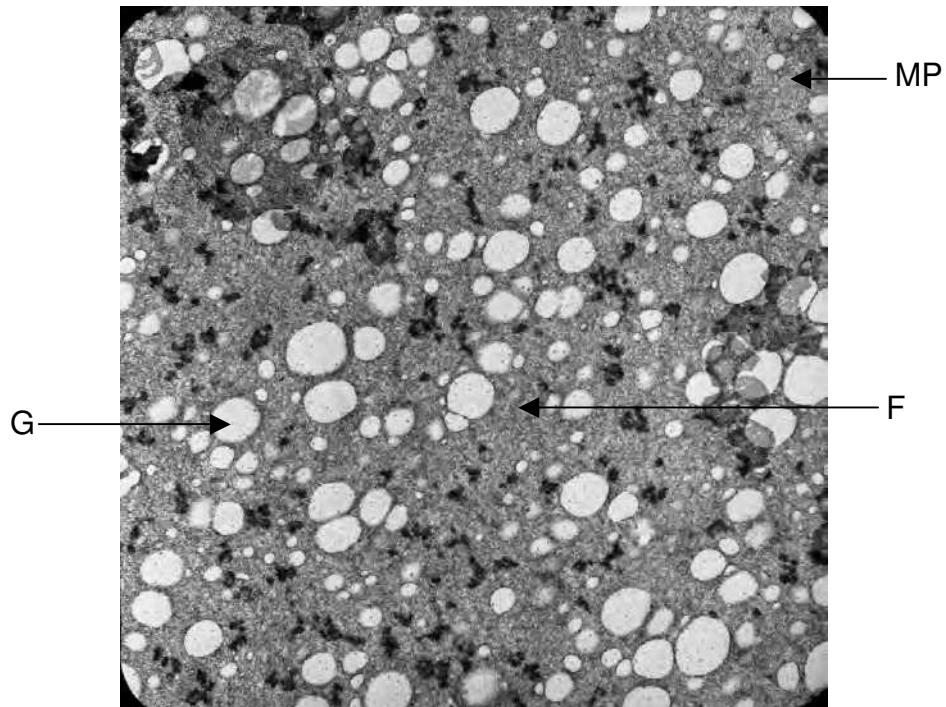


Figura 4.40. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 9,42% e proteína total de 12,86%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

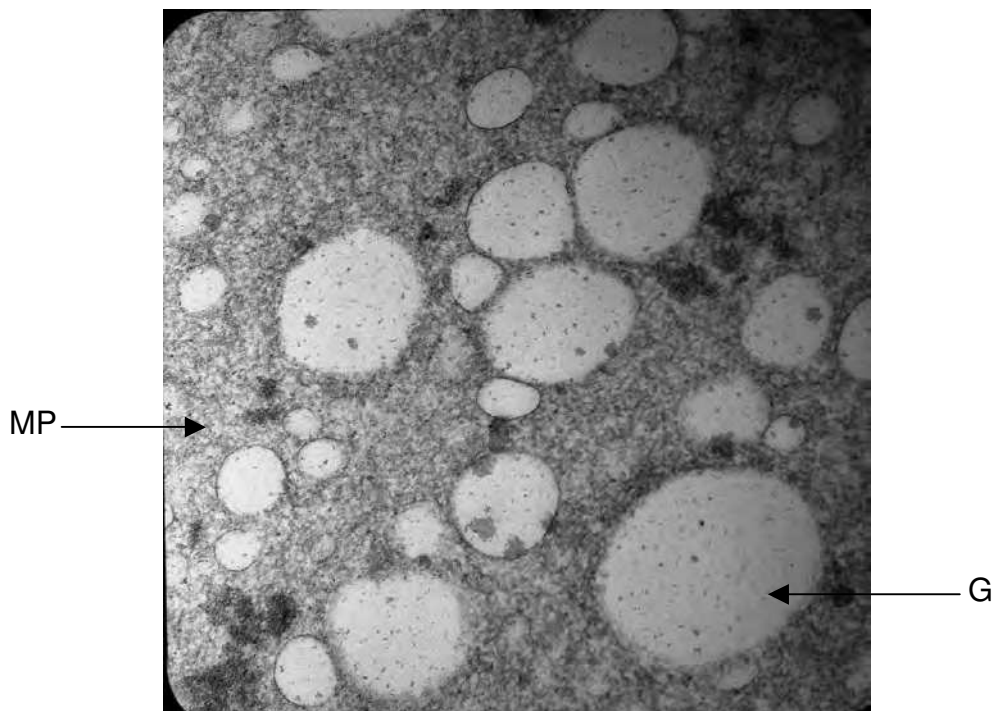


Figura 4.41. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 9,42% e proteína total de 12,86%. Aumento de 35.970 x. MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura.

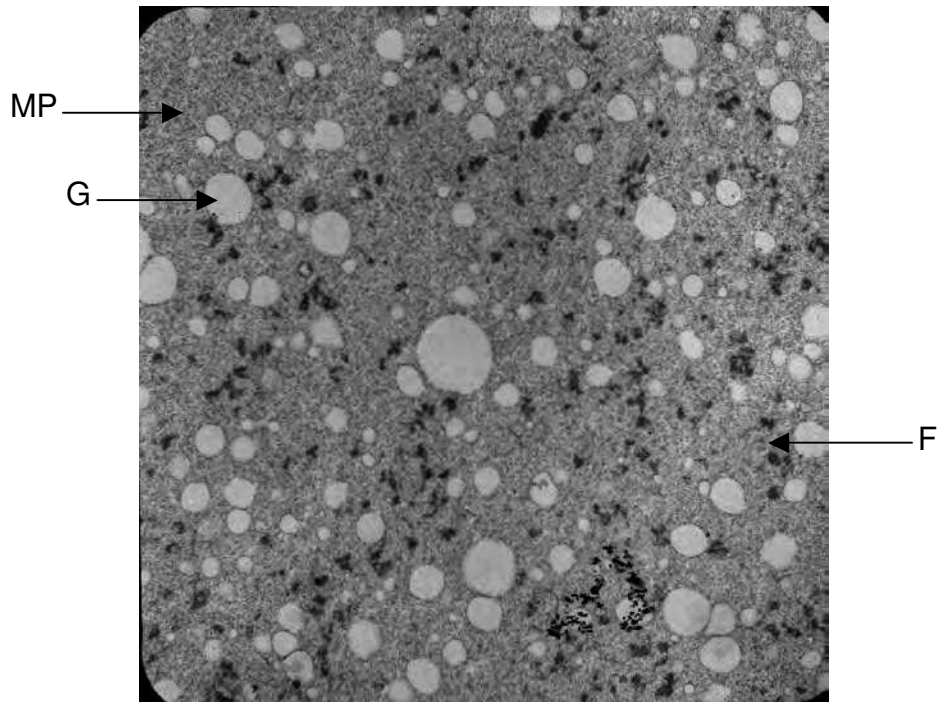


Figura 4.42. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo® Synergy1, com teor médio de gordura de 9,91% e proteína total de 13,23%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

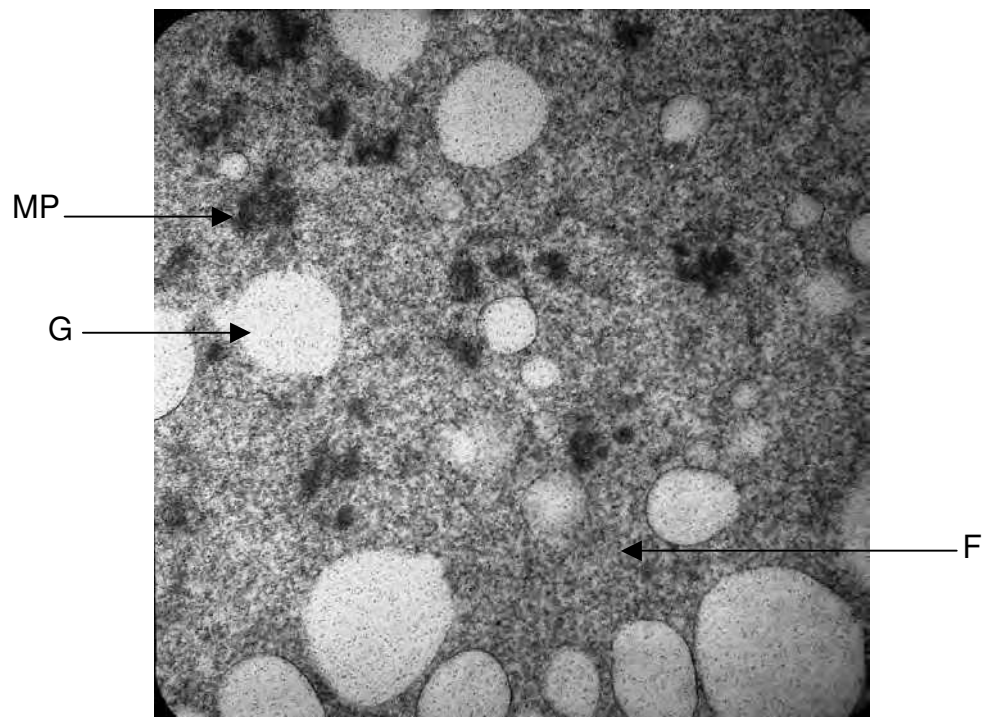


Figura 4.43. TEM do requeijão cremoso light com 6,7% de Beneo® Synergy1, com teor médio de gordura de 9,91% e proteína total de 13,23%. Aumento de 35.970 x. F = fibra, MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura.

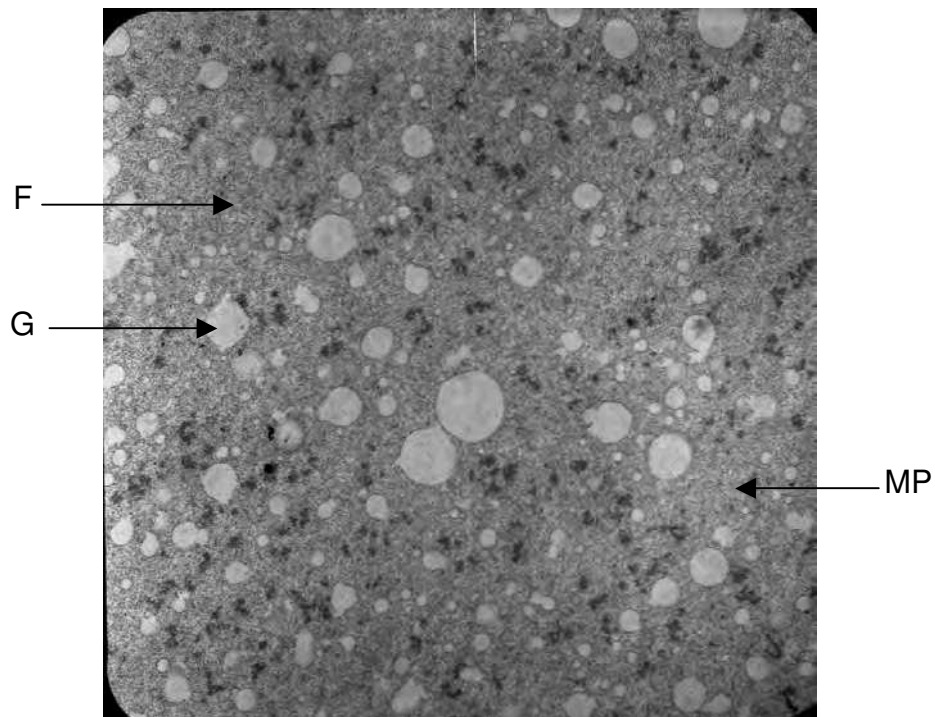


Figura 4.44. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse[®], com teor médio de gordura de 10,68% e proteína total de 12,67%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

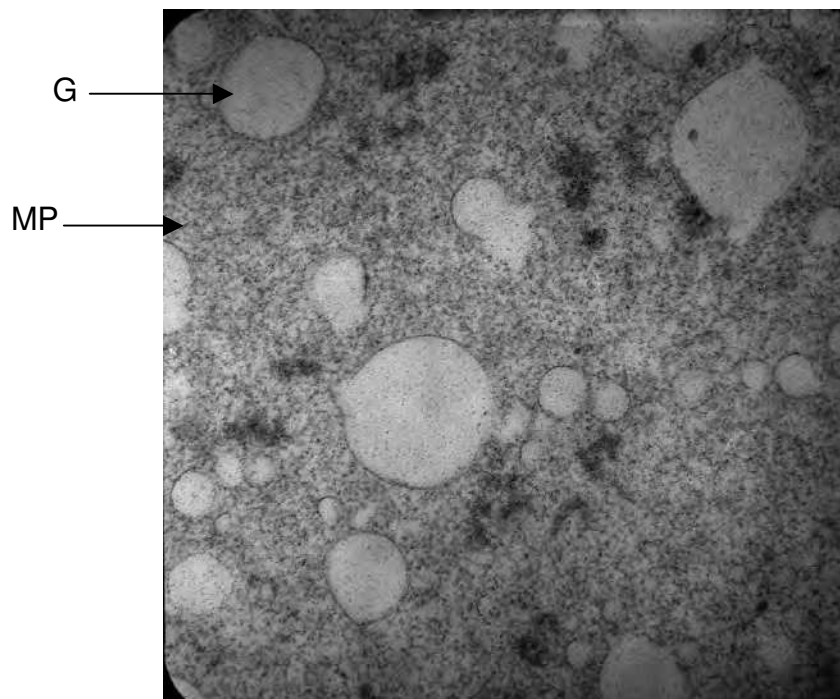


Figura 4.45. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de Litesse[®], com teor médio de gordura de 10,68% e proteína total de 12,67%. Aumento de 35.970 x., MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura.

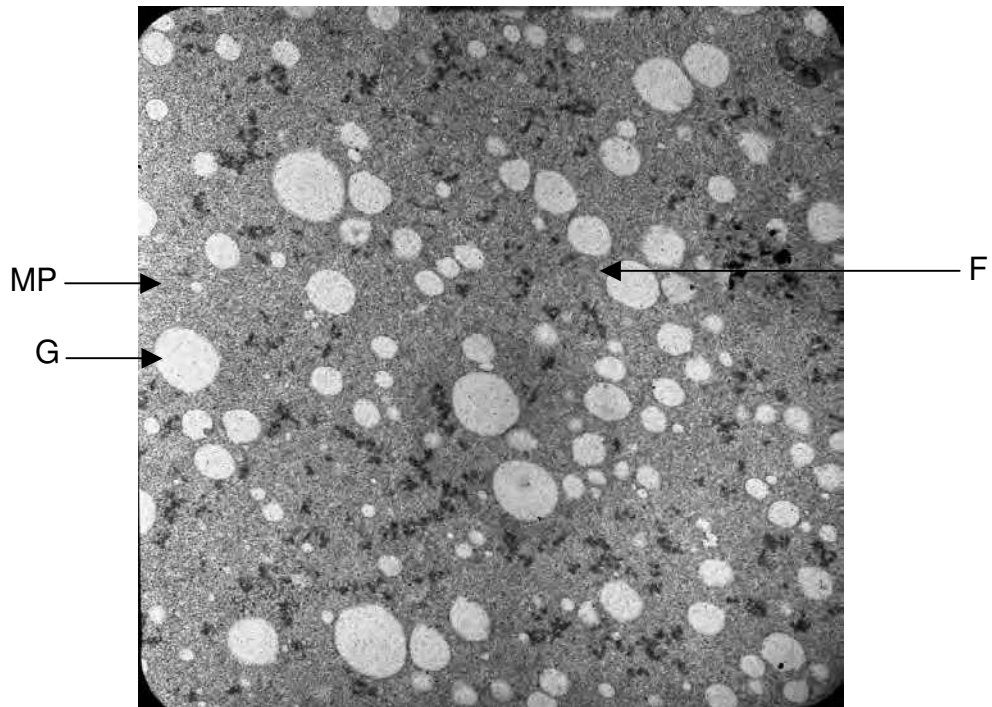


Figura 4.46. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora[®], com teor médio de gordura de 11,59% e proteína total de 13,23%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

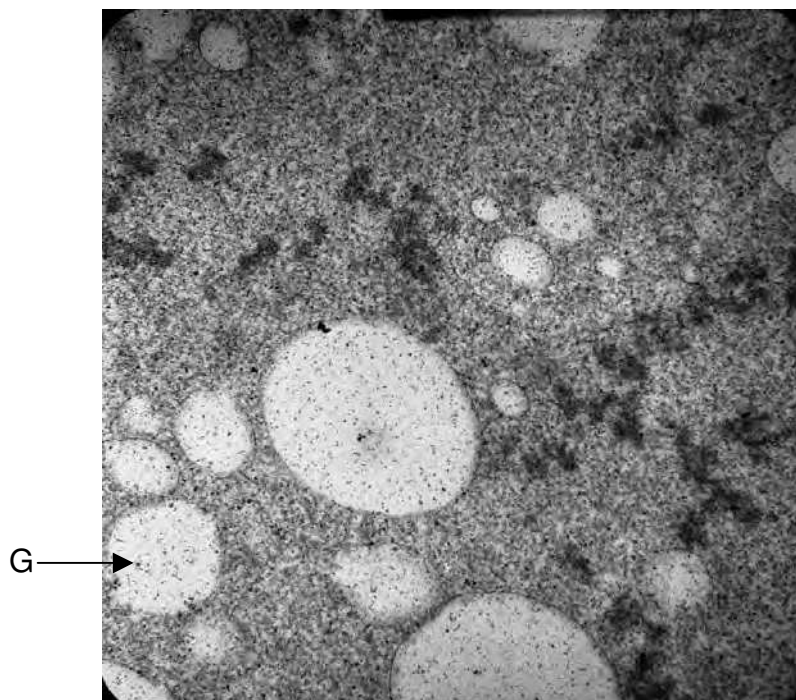


Figura 4.47. TEM do requeijão cremoso light com 3,3% de NutraFlora[®], com teor médio de gordura de 11,59% e proteína total de 13,23%. Aumento de 35.970 x.

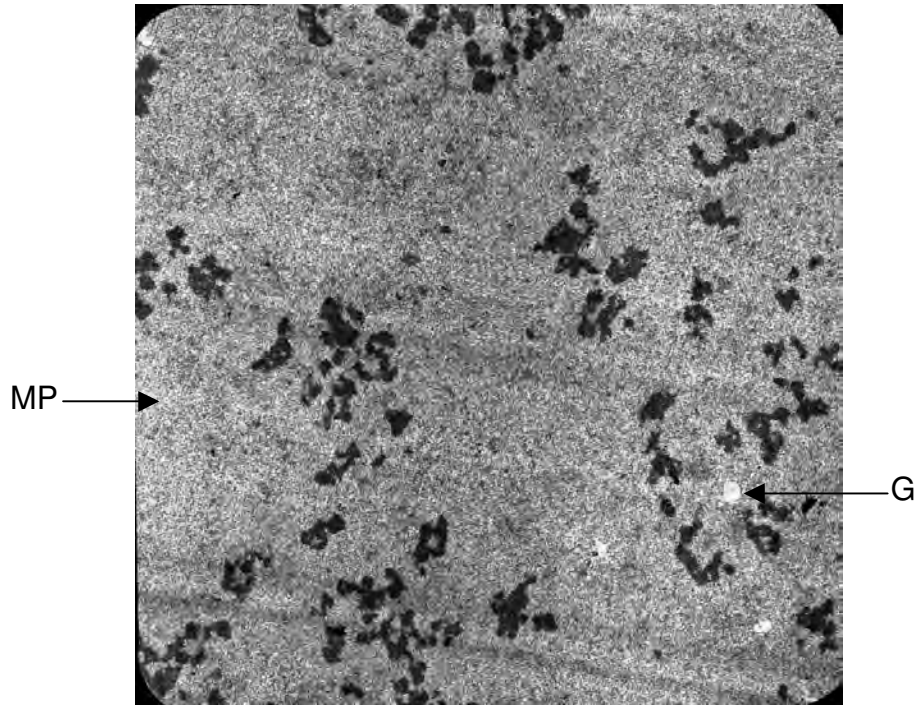


Figura 4.48. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura controle, com teor médio de gordura de 1,12% e proteína total de 15,12%. Aumento de 10.000 x. MP = matriz protéica, G = glóbulo de gordura.

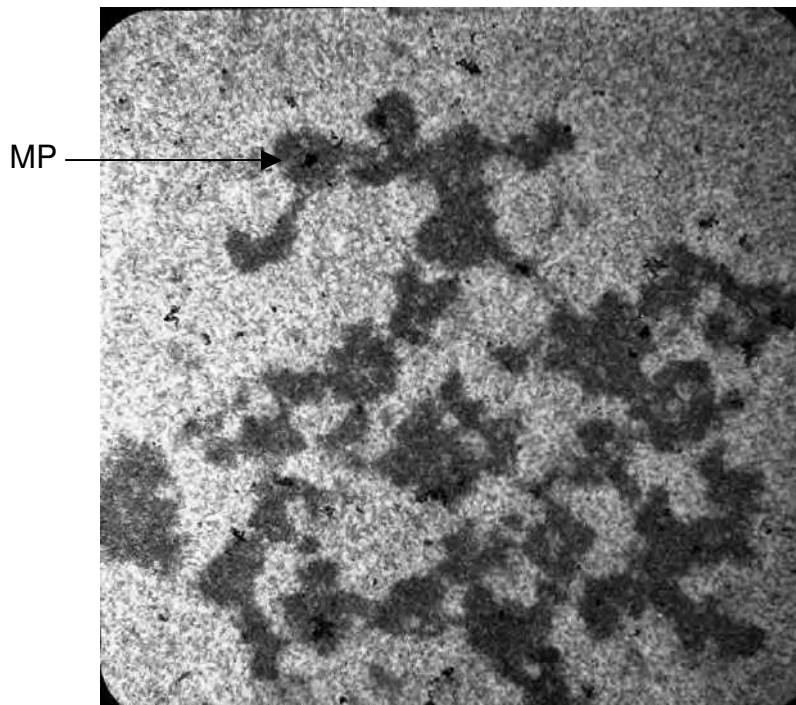


Figura 4.49. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura controle, com teor médio de gordura de 1,12% e proteína total de 15,12%. Aumento de 35.970 x. MP = matriz protéica.

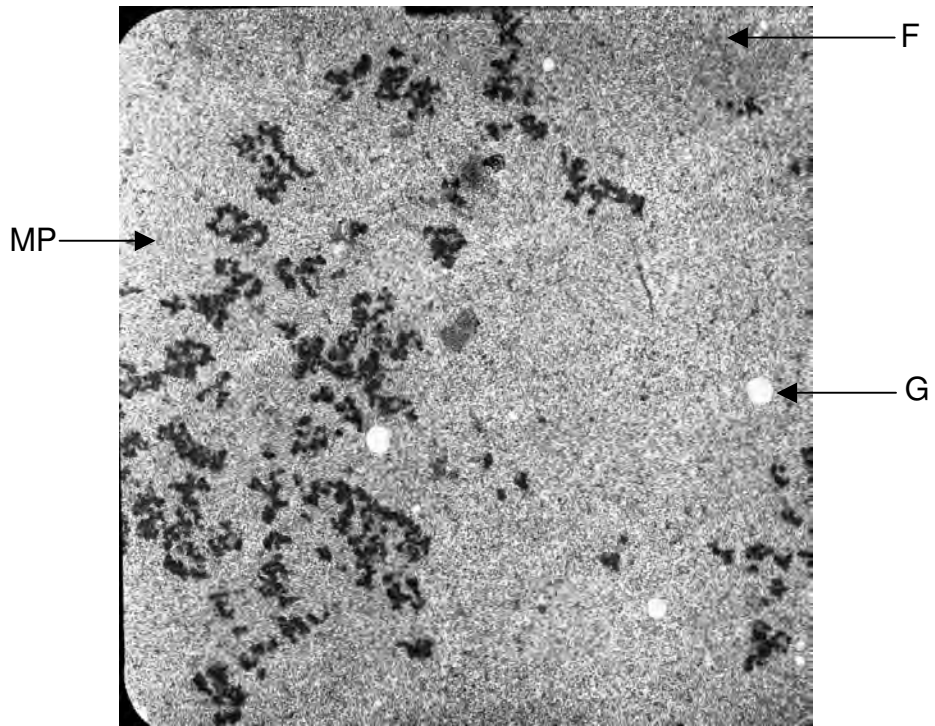


Figura 4.50. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 1,20% e proteína total de 15,45%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

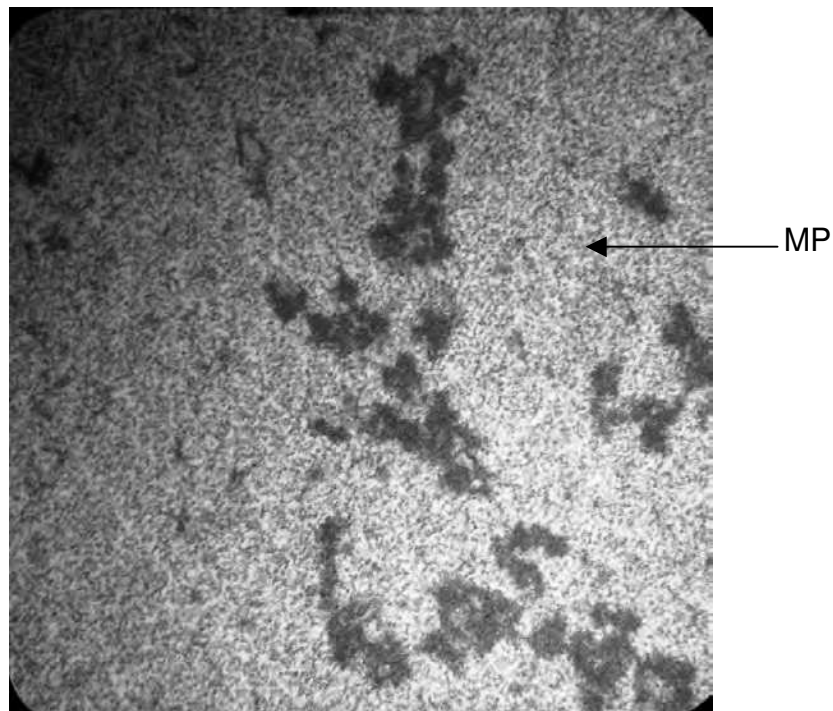


Figura 4.51. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 3,3% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 1,20% e proteína total de 15,45%. Aumento de 35.970 x. MP = matriz protéica.

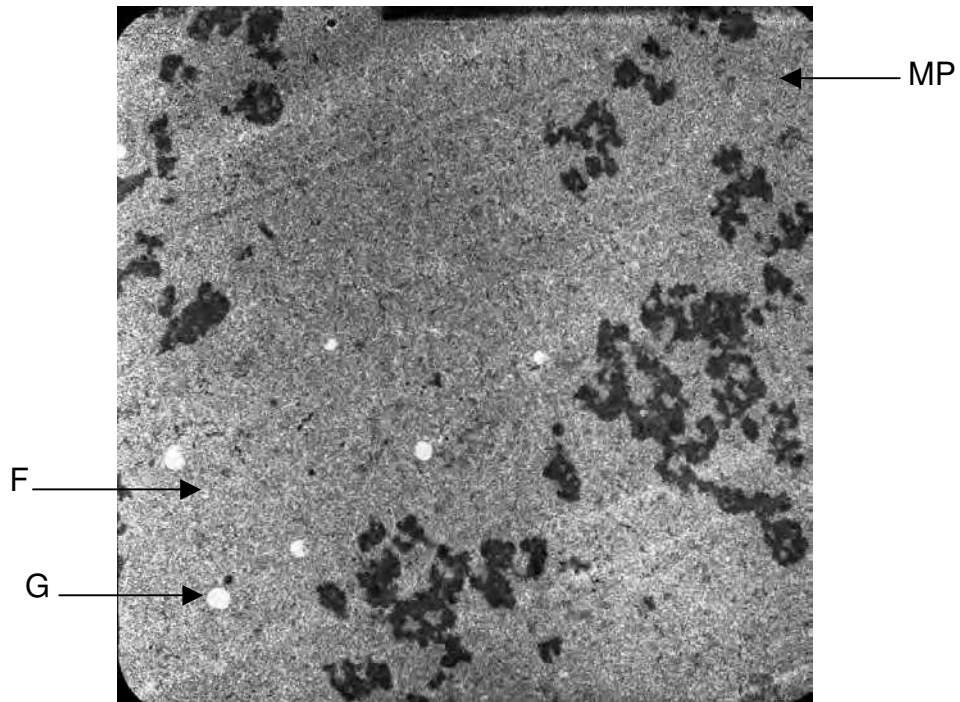


Figura 4.52. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 1,18% e proteína total de 14,48%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

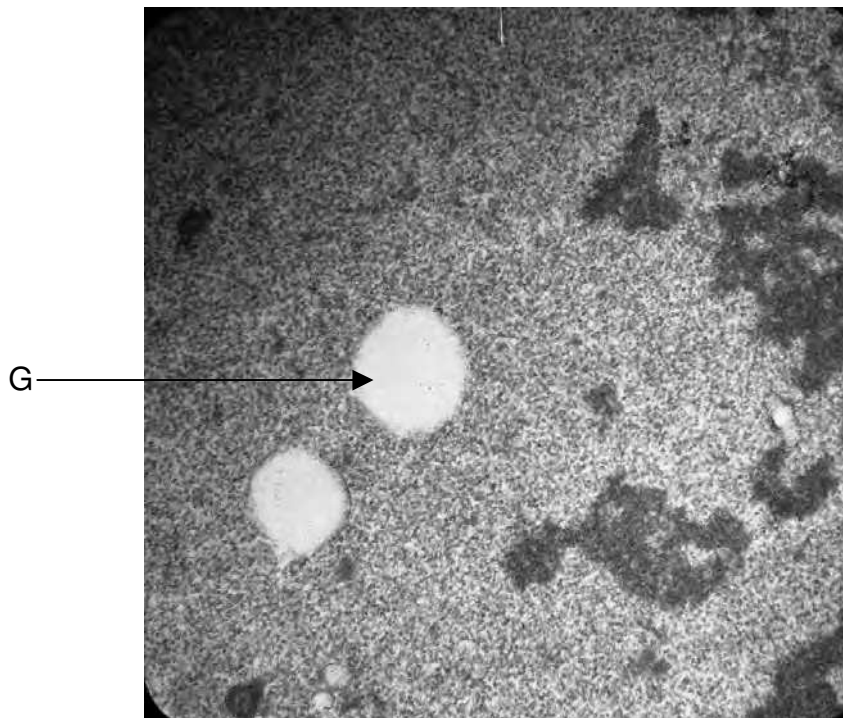


Figura 4.53. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo[®]HPX, com teor médio de gordura de 1,18% e proteína total de 14,48%. Aumento de 35.970 x. G = glóbulo de gordura.

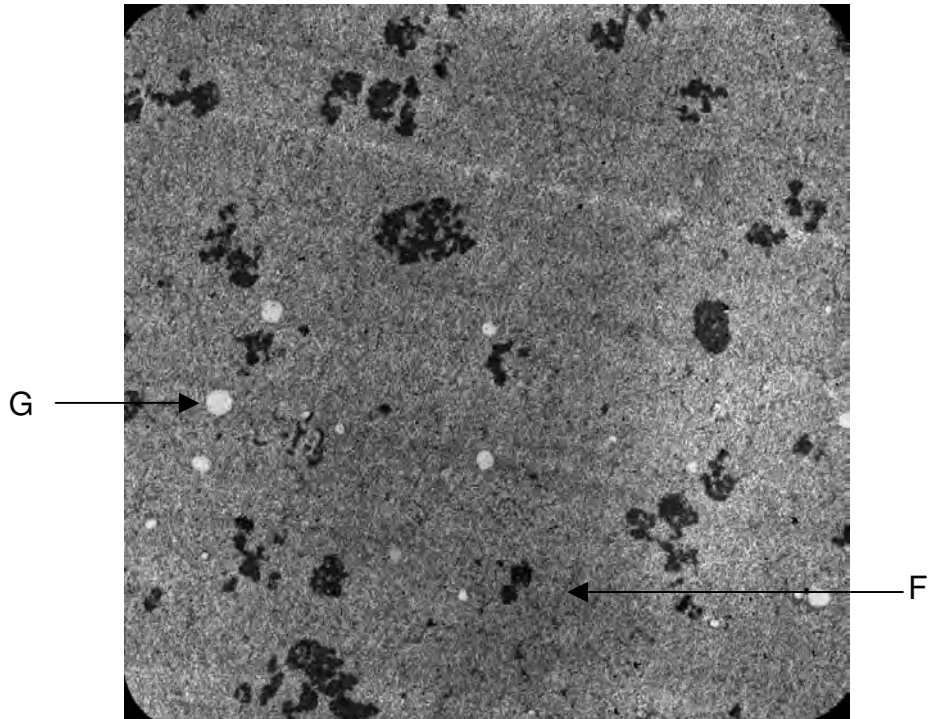


Figura 4.54. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo[®]Synergy1, com teor médio de gordura de 1,15% e proteína total de 14,52%. Aumento de 10.000 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

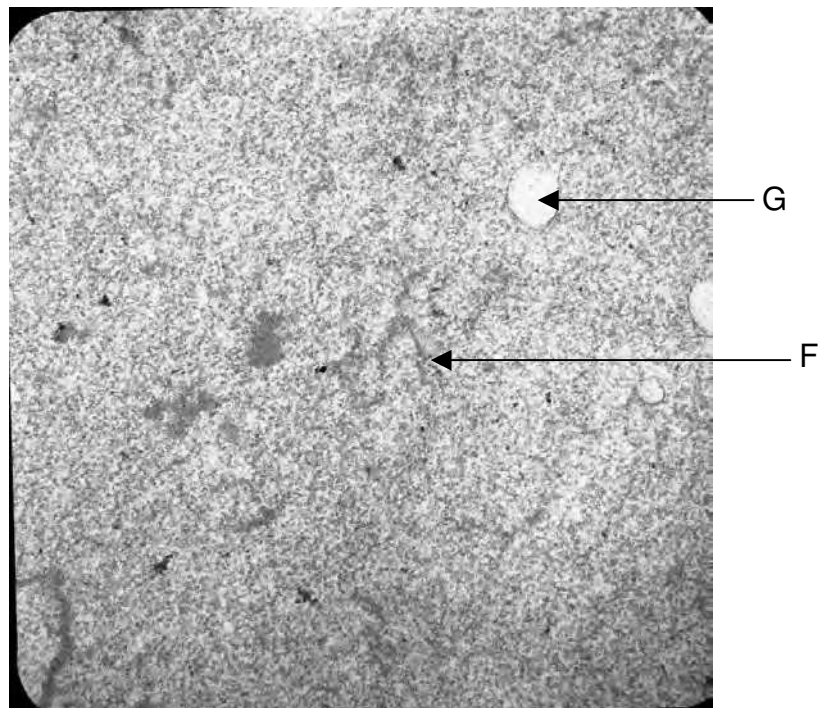


Figura 4.55. TEM do requeijão cremoso sem adição de gordura com 6,7% de Beneo[®]Synergy1, com teor médio de gordura de 1,15% e proteína total de 14,52%. Aumento de 35.970 x. F = fibra, G = glóbulo de gordura.

Assim como na microscopia eletrônica de varredura (SEM), na microscopia eletrônica de transmissão (TEM), observa-se o menor número de glóbulos de gordura dos requeijões sem adição de gordura em relação aos requeijões light. Além disso, verifica-se o aspecto mais denso e compacto da matriz protéica em amostras de requeijão sem adição de gordura.

KHEADR et al. (2002) observaram que queijos cheddar fabricados com leite pressurizado com teor integral e baixo teor de gordura exibiram uma matriz protéica compacta constituída de pequenas micelas de caseína. MERRILL et al. (1996) observaram partículas de caseína densas e bem desenvolvidas em queijo mussarela com teor reduzido de gordura. SILVA (2006) também observou uma matriz protéica densa e compacta em queijo prato com teor reduzido de gordura.

Observa-se, principalmente, em requeijões light, que alguns glóbulos de gordura apresentam sua superfície coberta por proteína. Nas amostras de requeijão light e sem adição de gordura, são observadas algumas regiões mais escuras na matriz protéica.

De acordo com KALÁB (2007), regiões escuras na matriz protéica indicam alterações estruturais na proteína que ocorrem principalmente em queijos processados. A região escura pode ser resultado da compactação da proteína do queijo, ou alterações em sua estrutura química causadas pelo calor durante o processamento. Estas proteínas modificadas reagem de forma mais intensa com metais pesados (ósmio, chumbo ou urânio) utilizados durante a etapa de fixação, no preparo das amostras. Testes em que metais pesados não são utilizados na etapa de fixação podem indicar que as proteínas nas áreas escuras não estavam alteradas quimicamente, estavam apenas compactadas.

4.7. Viabilidade Econômica

Na análise de viabilidade econômica foi realizada uma comparação dos custos e dos indicadores econômicos de unidades industriais produtoras de requeijão cremoso que utilizam formulações já existentes no mercado, como o requeijão cremoso tradicional e o light, com os produzidos com as novas formulações desenvolvidas neste estudo.

Para tanto, partiu-se da premissa que todas as unidades industriais produtoras de requeijão cremoso aqui consideradas processam 11.000 litros de leite integral por dia, trabalham 260 dias por ano, produzem 550 kg de requeijão por dia de apenas uma das formulações, e comercializam o excedente da matéria prima como leite fluido integral pasteurizado, embalado em sacos plásticos (“barriga mole”). Somente em um dos casos o leite excedente é desnatado, o da unidade industrial que fabrica o requeijão tradicional.

A capacidade de processamento das unidades industriais ficou estabelecida após a fixação da quantidade de requeijão a ser fabricada por dia, pois 11.000 litros é a capacidade mínima para que a unidade industrial de requeijão cremoso tradicional seja auto-suficiente em creme. Além disso, é um tamanho que condiz com a realidade brasileira, dado que 72% dos laticínios brasileiros processam até 20 mil litros de leite diários.

Como o objetivo foi comparar os custos das diferentes formulações de requeijão cremoso e os indicadores econômicos das suas respectivas unidades industriais, foi recomendável que o fator escala fosse anulado, o que se conseguiu mantendo-se a mesma estrutura, tanto física quanto operacional, para todas as fábricas, daí manter-se constante para todas as unidades a capacidade de processamento e a quantidade de requeijão fabricada.

Os Quadros 4.33 e 4.34 apresentam todas as transformações da matéria-prima ocorridas em cada uma das unidades industriais, segundo suas respectivas formulações.

Quadro 4.33 Transformações da matéria-prima ocorridas nas unidades industriais que produzem requeijão tradicional e light.

Item	Formulações						
	Tradicional	RCC	RCF1	RCF2	RCF3	RCF4	RCF5
Leite integral total	11.000,00	11.000,00	11.000,00	11.000,00	11.000,00	11.000,00	11.000,00
Leite integral para requeijão	11.000,00	3.661,70	3.585,58	2.974,30	3.465,42	3.533,08	3.533,08
Leite integral para leite fluido	-	7.338,30	7.414,42	8.025,70	7.534,58	7.466,92	7.466,92
Creme de leite total	330,00	109,85	107,57	89,23	103,96	105,99	105,99
Creme de leite para requeijão	328,30	82,48	86,60	89,23	88,87	89,17	89,17
Leite desnatado para requeijão	3.001,68	3.551,85	3.478,01	2.885,07	3.361,46	3.427,09	3.427,09
Massa para requeijão	209,91	248,42	243,26	170,94	235,10	239,69	239,69
Ingredientes	11,80	219,11	220,15	289,83	226,03	221,14	221,14
Saída requeijão	550,00	550,00	550,00	550,00	550,00	550,00	550,00
Saída leite fluido	7.668,00	7.338,00	7.434,00	8.025,00	8.025,00	7.466,00	7.466,00
Sobra de creme	1,70	27,38	20,99	-	15,09	16,83	16,83
Sobra de soro	2.791,80	3.303,43	3.234,76	2.714,14	3.126,35	3.187,39	3.187,39

Leite e soro são dados em litros; creme, massa, ingredientes e requeijão em quilogramas.

Quadro 4.34. Transformações da matéria-prima ocorridas nas unidades industriais que produzem requeijão sem adição de gordura.

Item	Formulações			
	RZC	RZF1	RZF2	RZF3
Leite integral total	11.000,00	11.000,00	11.000,00	11.000,00
Leite integral para requeijão	3.967,86	4.195,05	3.973,11	3.811,04
Leite integral para leite fluido	7.032,14	6.804,95	7.026,89	7.188,96
Creme de leite total	119,04	125,85	119,19	114,33
Creme de leite para requeijão	-	-	-	-
Leite desnatado para requeijão	3.848,82	4.069,20	3.853,92	3.696,71
Massa para requeijão	269,19	284,60	269,55	258,55
Ingredientes	280,81	265,40	280,45	291,45
Saída requeijão	550,00	550,00	550,00	550,00
Saída leite fluido	7.032,00	6.804,00	7.026,00	7.188,00
Sobra de creme	119,04	125,85	119,19	114,33
Sobra de soro	3.579,63	3.784,59	3.584,37	3.438,16

Leite e soro são dados em litros; creme, massa, ingredientes e requeijão em quilogramas.

Uma vez fixadas a produção e a capacidade de processamento das unidades industriais, o passo seguinte foi determinar as embalagens mais adequadas, definir e dimensionar os equipamentos, o arranjo do chão de fábrica (layout), a recepção da matéria-prima, a expedição do produto acabado, a área de circulação de veículos, as obras civis e instalações, a mão-de-obra, enfim, todos os meios físicos e operacionais necessários para o funcionamento da unidade.

O Quadro 4.35 lista todos os equipamentos necessários ao processamento dos 11.000 litros de leite diários de todas as unidades industriais e calcula o valor do investimento para aquisição desses equipamentos.

Quadro 4.35. Investimento em equipamentos.

Item	Descrição	Unidade	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
1	Desnatadeira 8.000 litros/hora	unidade	1	50.000,00	50.000,00
2	Tanque para recepção de leite 11.000 litros	unidade	3	24.000,00	72.000,00
3	Tanque para fabricação 3.000 litros	unidade	1	4.250,00	4.250,00
5	Pasteurizador a placas 8000l/hora	unidade	1	25.320,00	25.320,00
7	Prensa	unidade	3	9.000,00	27.000,00
8	Mesa inox	unidade	1	4.120,00	4.120,00
9	Canaleta	unidade	1	3.000,00	3.000,00
10	Lava-botas	unidade	1	950,00	950,00
11	Pia com acionamento a pedal	unidade	1	795,00	795,00
12	Saboneteira	unidade	1	230,00	230,00
13	Papeleira	unidade	1	205,00	205,00
14	Estante	unidade	4	1.480,00	5.920,00
15	Stephan para processamento de requeijão	unidade	1	125.282,05	125.282,05
16	Túnel de secagem para potes de vidro	unidade	1	6.950,00	6.950,00
17	Rotuladeira para pote de vidro	unidade	1	16.800,00	16.800,00
18	Dosadora para requeijão	unidade	1	14.000,00	14.000,00
19	Enchedeira para sacos de leite	unidade	1	14.000,00	14.000,00
20	Caixa plástica para transporte dos sacos de leite	unidade	400	15,00	6.000,00
21	Caldeira	unidade	1	15.500,00	15.500,00
22	Torre de resfriamento	unidade	1	4.000,00	4.000,00
23	Câmara frigorífica prensagem e estocagem massa base	unidade	1	40.144,65	40.144,65
24	Câmara frigorífica prensagem e estocagem massa base	unidade	1	120.000,00	120.000,00
25	Sistema rotulagem Ink Jet	unidade	1	2.400,00	2.400,00
26	Equipamentos de laboratório	verba*	1	15.750,00	15.750,00
27	Paleteira	unidade	1	1.600,00	1.600,00
28	Paletes	unidade	14	20,00	280,00
TOTAL					576.496,70

*Verba: unidade utilizada não expressando a composição dos custos unitários.

O Quadro 4.36 mostra o investimento necessário em obras civis, o que é constante para todas as 11 unidades industriais. O Quadro 4.37 relaciona os investimentos relativos às instalações dos equipamentos, as linhas externas necessárias para a conexão de vapor, água e energia elétrica, bem como o valor dos fretes da entrega dos equipamentos, materiais permanentes, veículo e equipamentos de segurança e proteção contra incêndio.

Quadro 4.36. Investimento em obras civis.

Item	Descrição	Valor (R\$)
1	Terreno (2.380,2 m ²)	14.281,26
2	Terraplenagem (2.380,21 m ²)	4.760,42
3	Indústria (área principal) (272,60 m ²)	95.410,00
4	Indústria (administração) (59,23 m ²)	17.769,00
5	Redes externas, instalações elétricas, água, esgoto e vapor	8.000,00
6	Pisos externos e alambrados	4.000,00
SUB-TOTAL		144.220,68
7	Estudos e projetos de engenharia	7.528,32
8	Imprevistos	2.523,86
TOTAL		154.272,86

Quadro 4.37. Investimento em unidades de apoio complementares.

Item	Descrição	Valor (R\$)
1	Montagem	13.042,66
2	Materiais Permanentes	4.000,00
3	Linhas Externas	5.935,39
4	Segurança e Proteção contra Incêndio	5.935,39
5	Eventuais	5.935,39
6	Taxa de associação da EAN do Brasil	225,00
7	Frete dos equipamentos	5.764,97
8	Veículo para a indústria	33.650,00
TOTAL		74.488,80

EAN do Brasil: Associação Brasileira de Automação Comercial.

O Quadro 4.38 apresenta as necessidades de investimento em móveis e equipamentos para o escritório da administração. Todos os valores apresentados nos Quadros 4.35 a 4.38 são constantes para todas as unidades, já o Capital de Giro possui valores específicos para cada fábrica e são apresentados no Quadro 4.39.

Quadro 4.38. Investimento em móveis e equipamentos de escritório.

Item	Descrição	Valor (R\$)
1	Uma Linha telefônica	600,00
2	Computador e uma impressora	2.500,00
3	Móveis e utensílios	3.000,00
4	Diversos	1.000,00
5	Escritório	1.100,00
6	Veículo para escritório	20.000,00
TOTAL		28.200,00

O Quadro 4.39 apresenta os valores do Investimento Total de cada fábrica estudada, que é a soma do Investimento Fixo com o respectivo Capital de Giro.

Quadro 4.39. Investimento total para cada unidade industrial.

Fábrica de requeijão	Investimento Fixo (R\$)	Capital de Giro (R\$)	Investimento total (R\$)
01. TRADICIONAL	833.458,37	220.230,70	1.053.689,07
02. RCC	833.458,37	220.884,58	1.054.342,95
03. RCF1	833.458,37	226.690,78	1.060.149,15
04. RCF2	833.458,37	245.930,04	1.079.388,41
05. RCF3	833.458,37	239.178,70	1.072.637,07
06. RCF4	833.458,37	233.883,95	1.067.342,32
07. RCF5	833.458,37	236.432,46	1.069.890,83
08. RZC	833.458,37	224.776,59	1.058.234,96
09. RZF1	833.458,37	230.034,69	1.063.493,06
10. RZF2	833.458,37	239.893,38	1.073.351,75
11. RZF3	833.458,37	242.258,68	1.075.717,05

A estimativa do Capital de Giro necessário à operação normal do empreendimento considerou itens que envolvem estoques mínimos de matéria-prima e materiais secundários, estoque de produtos acabados e em processo, reserva de caixa para compromissos de salários, a quantia necessária para cobrir um percentual das vendas que são realizadas a prazo e um desconto para reduzir as necessidades de capital de giro, correspondente à negociação de créditos com sistema bancário. Cada item foi calculado com base na quantidade mínima necessária para prover a indústria durante um determinado prazo. O Investimento Fixo, que é o conjunto de bens da empresa que não serão objetos de transações,

foi estimado em R\$833.458,37, que é a soma dos totais dos Quadros 4.35 a 4.38. Definido o Investimento Total necessário para a implantação de cada uma das fábricas partiu-se para o cálculo dos custos operacionais. O Quadro 4.40 apresenta os itens que compõem os Custos Fixos das 11 fábricas, cujo valor também é constante para todas as unidades.

Quadro 4.40. Custo operacional fixo anual.

Item	Descrição	Valor (R\$)
1	Gerente Geral	26.880,00
2	Gasto anual com salários administrativos da ADMINISTRAÇÃO	84.403,20
3	Insumos gastos na ADMINISTRAÇÃO (inclusos seguros e impostos)	12.779,61
4	Depreciação de equipamentos da ADMINISTRAÇÃO	2.820,00
5	Depreciação da UNIDADE INDUSTRIAL	68.184,01
6	Depreciação de veículos	10.730,00
7	Seguros da UNIDADE INDUSTRIAL	10.453,40
8	Imposto Territorial	142,81
9	Custo de oportunidade da UNIDADE INDUSTRIAL	79.748,68
10	Duas taxas semestrais do EAN do Brasil para uso do código de barra	760,00
TOTAL		296.901,71

EAN do Brasil: Associação Brasileira de Automação Comercial.

O valor da matéria-prima (leite fluido cru) foi considerado R\$0,50 o litro, sendo que 11.000 litros diários multiplicados pelos 260 dias trabalhados por ano perfazem R\$1.430.000,00, que também é um valor constante para todas as unidades industriais avaliadas e é um dos componentes dos Custos Variáveis, apresentados no Quadro 4.41.

Na análise de viabilidade econômica, as receitas e as despesas ocorrem após intervalos de tempo iguais, de ano em ano, supondo-se que as entradas e saídas de capitais ocorridas durante um ano qualquer, concentrem-se no último dia de dezembro. Este procedimento acarreta pequenos erros, pois os eventos deveriam ser considerados quando de sua ocorrência; porém esta simplificação se torna necessária, uma vez que as informações neste nível de detalhamento dificilmente se encontram disponíveis.

Quadro 4.41. Custo operacional total das unidades industriais.

Fábrica de Requeijão	Custo Fixo (R\$)	Custo Variável (R\$)	Custo total (R\$)
01. TRADICIONAL	296.901,71	2.518.486,42	2.815.388,14
02. RCC	296.901,71	2.524.843,92	2.821.745,63
03. RCF1	296.901,71	2.576.288,45	2.873.190,16
04. RCF2	296.901,71	2.720.884,16	3.017.785,87
05. RCF3	296.901,71	2.661.415,22	2.958.316,93
06. RCF4	296.901,71	2.625.890,56	2.922.792,27
07. RCF5	296.901,71	2.642.486,94	2.939.388,65
08. RZC	296.901,71	2.554.109,13	2.851.010,84
09. RZF1	296.901,71	2.594.207,82	2.891.109,53
10. RZF2	296.901,71	2.667.596,91	2.964.498,62
11. RZF3	296.901,71	2.685.501,61	2.982.403,32

O projeto é caracterizado pela seqüência de números reais a_j , onde a_j , receita líquida relativa ao período j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$), representa o fluxo de caixa do j -ésimo período. O horizonte de dados, representado por n , é o espaço de tempo dentro do qual se podem estimar, com relativa precisão, os futuros fluxos de caixa. Neste caso específico, o horizonte de dados foi fixado em 10 anos. Os indicadores econômicos utilizados na avaliação dos empreendimentos são o Valor Presente Líquido (VP) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). O Valor Presente ou Valor Atual é definido como sendo:

$$VP = \sum_{j=0}^n a_j (1+i)^{-j} \quad (1)$$

Onde:

i = a taxa de desconto considerada;

j = índice para o período;

a_j = o fluxo de caixa no j -ésimo período;

n = o horizonte de tempo dos projetos.

Portanto, o Valor Presente Líquido de um projeto de investimento é a soma algébrica dos valores dos fluxos de caixa descontados a uma taxa i , durante n períodos, em um regime de juros compostos. Se a avaliação do projeto é feita de forma independente a outras alternativas de investimento, pode-se afirmar que o

projeto é economicamente interessante em relação à taxa i estipulada se o Valor Presente Líquido for positivo (KASSAI et al., 2000). A questão fundamental neste método de avaliação econômica é a definição da taxa de desconto a ser considerada. Neste trabalho, especificamente, utilizou-se a taxa de 10%. A Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como sendo a taxa de desconto w tal que:

$$\sum_{j=0}^n a_j (1+w)^{-j} = 0 \quad (2)$$

Onde:

w = a TIR;

j = o índice para o período;

a_j = o fluxo de caixa no j -ésimo período;

n = o horizonte de dados.

Portanto, a TIR é a taxa de juros que iguala a zero o VP. A TIR representa exatamente a taxa de retorno sobre o saldo do capital empatado no projeto durante a sua vida útil, enquanto o capital inicial está sendo recuperado. No caso de projetos de investimento, onde:

i) $a_0 < 0$;

ii) $a_j \leq 0$ para $j = 1, \dots, k$;

iii) $a_j > 0$ para $j = k+1, \dots, n$ e

iv) , chamados de convencionais, em que só há uma mudança de sinal na seqüência de seus fluxos de caixa. A TIR existirá sempre e será única (BRASIL, 2002).

O Quadro 4.42 traz o custo unitário, o preço de venda e o lucro obtido de cada produto produzido em cada uma das fábricas. O preço de venda foi estimado segundo a observação de produtos semelhantes encontrados nos supermercados Pão de Açúcar, Sonda, Calvi, Marcos, Santa Helena, Extra e Carrefour, da cidade de Campinas, SP, no mês de abril de 2007.

Quadro 4.42. Custos unitários, preço de venda e lucro de cada produto de cada unidade industrial.

Fábrica de Requeijão	Produto	Custo unitário (R\$)	Preço de venda (R\$)	Lucro (R\$)
01. TRADICIONAL	Requeijão	2,03	2,10	0,07
	Leite Desnatado	0,83	0,99	0,16
02. RCC	Requeijão	2,20	2,31	0,11
	Leite Integral	0,81	0,99	0,18
03. RCF1	Requeijão	2,32	2,73	0,41
	Leite Integral	0,82	0,99	0,17
04. RCF2	Requeijão	2,32	2,96	0,65
	Leite Integral	0,81	0,99	0,18
05. RCF3	Requeijão	2,38	2,73	0,35
	Leite Integral	0,81	0,99	0,18
06. RCF4	Requeijão	2,34	2,73	0,39
	Leite Integral	0,82	0,99	0,17
07. RCF5	Requeijão	2,37	2,73	0,36
	Leite Integral	0,82	0,99	0,17
08. RZC	Requeijão	2,36	2,56	0,20
	Leite Integral	0,82	0,99	0,17
09. RZF1	Requeijão	2,49	2,84	0,34
	Leite Integral	0,83	0,99	0,16
10. RZF2	Requeijão	2,54	3,00	0,46
	Leite Integral	0,83	0,99	0,16
11. RZF3	Requeijão	2,52	3,00	0,48
	Leite Integral	0,82	0,99	0,17

O preço médio do requeijão cremoso tradicional encontrado no mercado foi R\$2,10, valor utilizado nos cálculos referentes à avaliação dessa unidade industrial, já descontada a margem de lucro do varejista.

O preço do produto light foi calculado como sendo 10% a mais que o preço do tradicional, o light com fibras como sendo 30% a mais que o valor do tradicional e o light com maior concentração de fibras como sendo 41% a mais. O preço do produto sem adição de gordura foi calculado como sendo 22% a mais do que o valor do tradicional, o sem adição de gordura com fibras como sendo 35% a mais, e o requeijão sem adição de gordura com maior concentração de fibras como sendo 43% a mais que o valor do Tradicional. O Quadro 4.43 apresenta os indicadores econômicos, Valor Presente Líquido (V.P.L.) e a Taxa Interna de Retorno (T.I.R.) para todos os empreendimentos relacionados neste estudo.

Quadro 4.43. Indicadores econômicos.

Fábrica de Requeijão	Investimento Total (R\$)	Receita Total (R\$)	Custo Total (R\$)	V.P.L. (T.D.10%a.a.) (R\$)	T.I.R. (%)
04. RCF2	1.079.388,41	3.759.506,28	3.017.785,87	2.085.741,38	44,67%
11. RZF3	1.075.717,05	3.568.153,51	2.982.403,32	1.416.804,88	33,38%
03. RCF1	1.060.149,15	3.437.534,82	2.873.190,17	1.332.886,01	32,21%
06. RCF4	1.067.342,32	3.483.545,80	2.922.792,27	1.313.673,90	31,77%
10. RZF2	1.073.351,75	3.526.436,48	2.964.498,62	1.315.621,71	31,71%
07. RCF5	1.069.890,83	3.483.545,80	2.939.388,65	1.240.955,32	30,51%
05. RCF3	1.072.637,07	3.500.961,28	2.958.316,93	1.233.010,69	30,33%
09. RZF1	1.063.493,06	3.373.214,88	2.891.109,53	977.407,84	26,17%
08. RZC	1.058.234,96	3.275.537,27	2.851.010,84	732.502,46	22,12%
02. RCC	1.054.342,95	3.210.167,83	2.821.745,63	579.248,68	19,60%
01. TRADICIONAL	1.053.689,07	3.175.157,34	2.815.388,14	456.348,85	17,55%

V.P.L.: Valor Presente Líquido.

T.D.10%a.a.: Taxa de Desconto 10% ao ano.

T.I.R.: Taxa Interna de Retorno.

Segundo os critérios de avaliação econômica de projetos adotados na análise de viabilidade econômica, a fábrica que produz o requeijão cremoso light com 6,7% da fibra Beneo[®]HPX, formulação RCF2, foi considerada a mais rentável, apresentando uma Taxa Interna de Retorno (T.I.R.) de 44,67% e um Valor Presente Líquido (V.P.L.) de R\$2.085.741,38. O custo unitário, por pote de 250 gramas, foi estimado em R\$2,32 e, de acordo com o método de estabelecimento de preços usado, seu preço de venda foi estimado em R\$2,96, o que lhe confere um lucro de R\$0,65 por unidade. Isto significa que o responsável pela sua comercialização tem uma margem maior para negociar o produto, com maior capacidade de colocá-lo no mercado a um preço competitivo. Em seguida, a fábrica mais rentável foi a do requeijão cremoso sem adição de gordura e com 6,7% de concentração da fibra Beneo[®]Synergy1, formulação RZF3, que apresentou uma T.I.R. de 33,38% e um V.P.L. de R\$1.416.804,88. O seu custo unitário foi calculado em R\$2,52 e seu preço de venda em R\$3,00, o que lhe confere um lucro de R\$0,48 por pote vendido. Outro resultado relevante do estudo econômico é que, segundo o método utilizado, as unidades industriais que produzem requeijões com adição de fibra se mostraram mais rentáveis que as formulações já encontradas no mercado, como se observa nos valores da T.I.R.

do Quadro 4.43. As Taxas Internas de Retorno de todos os empreendimentos superaram a Taxa Mínima de Atratividade de 10%, o que significa que o requeijão cremoso, de forma geral, é ainda um produto economicamente viável e com preços de comercialização atrativos.

4.8. Análise Sensorial

4.8.1. Desenvolvimento da Terminologia Descritiva para Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de Requeijão Cremoso e Treinamento da Equipe

A ficha de avaliação estabelecida com o uso de escalas lineares de 10cm é esquematizada na Figura 4.56 e o vocabulário relativo à linguagem gerada para análise sensorial descritiva quantitativa do requeijão cremoso estudado é apresentado no Quadro 4.44.

Durante as sessões de discussão em grupo e avaliação de amostras recém produzidas e de amostras envelhecidas, a equipe se mostrou capaz de evidenciar diferenças sensoriais entre as amostras por meio das escalas, permitindo que todos calbrassem a percepção de cada atributo. As amostras utilizadas como referência no treinamento para os diferentes atributos são apresentadas no Quadro 4.44.

4.8.2. Avaliação do Desempenho da Equipe para ADQ e Seleção de Provadores

Os valores médios obtidos para cada atributo de avaliação das amostras pela equipe treinada, inicialmente composta por 16 julgadores, encontram-se no Quadro 4.45. Verifica-se que a equipe foi capaz de detectar diferenças significativas entre as amostras para 19 entre os 22 atributos avaliados, o que representa um desempenho muito bom da equipe como um todo, embora os valores de desvio-padrão relativos às médias obtidas para algumas amostras e atributos sejam relativamente elevados, o que indica que os julgadores avaliaram os produtos de forma diferenciada, ou seja, utilizando partes distintas das escalas. Valores da estatística F para a interação amostra *versus* provador significativos ao nível de erro de 5%, indicaram que houve avaliações diferenciadas entre os

provadores em 5 dos 22 atributos avaliados, conforme indicado no Quadro 4.45, sendo que os gráficos que evidenciam a gravidade das interações observadas são apresentados nas Figuras 4.57 a 4.61, que permitem identificar a gravidade da interação e os julgadores que causam interações graves em cada atributo, bem como falta de consenso em relação aos demais provadores. Entre os provadores, os seguintes foram considerados graves:

- **textura oral grudenta:** provadores 1, 4, 12 e 13;
- **sensação na boca picante:** provadores 10 e 13;
- **sabor adocicado:** provadores 5, 6 e 13;
- **sabor oxidado:** provadores 1, 8 e 12, com provadores 10 e 13 usando partes distintas da escala;
- **sabor estranho:** provadores 1, 9 e 16, com provadores 10 e 13 usando partes distintas da escala.

O resultado da análise dos dados individuais de cada julgador para cada atributo isolando os fatores repetições e amostras são apresentadas no Quadro 4.46. A maior parte dos julgadores foi capaz de discriminar as amostras na maioria dos atributos e de apresentar boa repetibilidade. O provador 5 apresentou o menor número de atributos discriminados (11 atributos). No máximo dois atributos foram avaliados com falta de repetibilidade pelos provadores 2, 12 e 16.

A configuração de amostras e de provadores obtidas pela técnica de componentes principais é apresentada na Figura 4.62, verificando-se que os componentes principais 1 e 2 explicam 58,59% da variação entre as amostras. Na Figura 4.62, em relação à configuração das 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, em geral, problemas de repetibilidade para as amostras RZF2 e RZF3. Quanto à configuração dos provadores, observa-se na Figura 4.62b que os provadores 5, 8, 10 e 13 destacam-se dos demais. Entre estes provadores, foi detectado que os de número 5, 10 e 13 apresentaram problemas de baixa discriminação, falta de consenso com a equipe ou interação grave, enquanto o

provador 8 possivelmente se destaca dos demais pela maior capacidade de discriminação entre as amostras relevada no Quadro 4.45. Assim, optou-se por eliminar os provadores 5, 10 e 13, além do provador 1, que causou interação grave em três atributos e não discriminação entre as amostras em sete atributos, obtendo-se nova configuração de amostras e de provador para a equipe final composta por 12 provadores, apresentada na Figura 4.63, resultando em melhoria da repetibilidade da equipe como um todo.

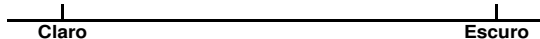
Nome: _____ Amostra: _____ Data: _____

Requeijão com fibras: estudo de estabilidade sensorial

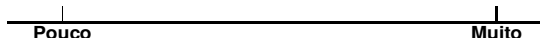
Por favor, prove a amostra e avalie a intensidade percebida pra cada atributo colocando um traço vertical correspondente à intensidade nas escalas.

Aparência

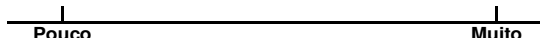
1. Cor branco-creme



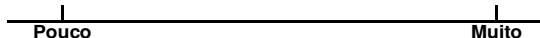
2. Cor amarelada



3. Lisura



4. Brilho

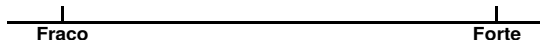


Aroma

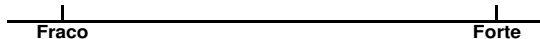
5. Característico de requeijão



6. Queijo maturado

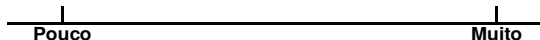


7. Estranho

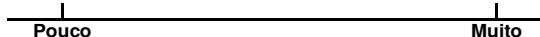


Textura não oral

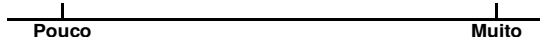
8. Consistência



9. Fluidez

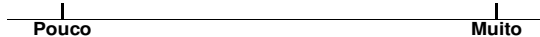


10. Espalhabilidade

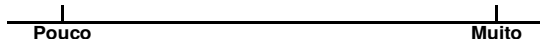


Textura oral / Sensação na boca

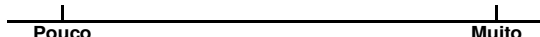
11. Consistência



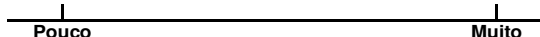
12. Grudento



13. Arenosidade

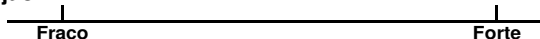


14. Picante

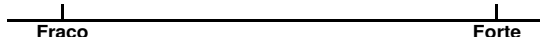


Sabor / gosto

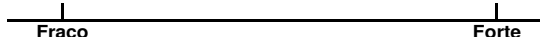
15. Característico de requeijão



16. Fibras



17. Adocicado



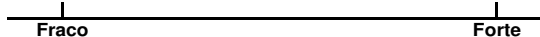
18. Salgado



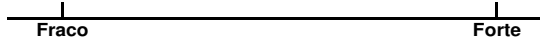
19. Ácido



20. Amargo



21. Oxidado/rançoso



22. Estranho



Figura 4.56. Ficha utilizada no treinamento da equipe e avaliação sensorial das amostras.

Quadro 4.44. Definições dos termos descritivos e respectivas referências.

Descritor	Definição	Referências
Aparência		
1. Cor branco-creme	Luminosidade da cor branco-creme característica de requeijão, variando de branco-creme claro a branco-creme escuro.	Claro: leite tipo UHT Escuro: amostras com 5 meses de estocagem
2. Cor amarelada	Intensidade do tom da cor amarela que compõe a cor característica de requeijão cremoso, variando de amarelo claro a amarelo escuro.	Pouco: requeijão recém-produzido Muito: amostras do estudo com 5 meses de estocagem
3. Lisura	Característica do requeijão apresentar-se liso, sem grânulos ou grumos visíveis.	Pouco: amostras do estudo com 5 meses de estocagem Muito: requeijão recém-produzido
4. Brilho	Descreve o aspecto de uma superfície reluzente	Pouco: amostras com 5 meses de estocagem Muito: requeijão recém-produzido
Aroma		
5. Característico de requeijão	Intensidade do aroma global característico de requeijão cremoso. É suave e lembra a creme de leite, leite e queijo branco. Está associado ao produto recém produzido, fresco.	Fraco: amostras com 5 meses de estocagem Moderado (ponto meio da escala): requeijão recém-produzido
6. Queijo maturado	Intensidade de aroma característico de queijo maturado	Ausente: requeijão recém-produzido Forte: queijo tipo parmesão
7. Estranho	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	Ausente: requeijão recém-produzido Forte: amostra de requeijão RZF3 envelhecida.
Textura não oral		
8. Consistência	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.	Pouco: requeijão UHT Muito: amostra de requeijão RZF1.
9. Fluidez	Percepção visual da resistência ao escoamento que o produto apresenta a ser levantado com uma colher. 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.	Pouco: creme de leite sem soro Muito: requeijão UHT
10. Espalhabilidade	Percepção visual da facilidade de uma porção do produto ser espalhada sobre uma fatia de pão usando espátula metálica.	Pouco: manteiga refrigerada Muito: requeijão UHT

Quadro 4.44. Definições dos termos descritivos e respectivas referências (Cont.).

Descritor	Definição	Referências
Textura oral / Sensação na boca		
11. Consistência	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.	Pouco: requeijão UHT Muito: requeijão tipo Catupiry
12. Grudento	Percepção da aderência do produto ao palato e os dentes durante a mastigação.	Pouco: creme de leite Muito: amostra RZF2 envelhecida
13. Arenosidade	Percepção de partículas finas associada a um produto farinhento e áspero.	Pouco: requeijão recém-produzido Muito: Muito amostra RZF2 envelhecida
14. Picante (i)	Percepção de ardor na boca ao degustar o produto.	Pouco: requeijão recém-produzido Muito: amostra RZF2 envelhecida
Sabor / gosto		
15. Característico de requeijão	Intensidade do sabor característico de requeijão cremoso. É suave e lembra a creme de leite, leite e queijo branco. Está associado ao produto recém produzido, fresco.	Fraco: amostra RZF2 envelhecida Moderado (ponto meio da escala): requeijão recém-produzido
16. Sabor de fibras	Sabor característico da fibra F2.	Ausente: requeijão cremoso sem adição de fibra. Forte: fibra Beneo®HPX pura.
17. Adocicado	Sabor adocicado, associado ao gosto doce natural de soluções de sacarose, característico da fibra F3.	Ausente: requeijão cremoso sem adição de fibra. Forte: fibra Beneo®Synergy1 pura.
18. Salgado	Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias salgadas a exemplo de soluções de cloreto de sódio.	Fraco: solução de cloreto de sódio a 0,5% Forte: solução de cloreto de sódio a 2,5%
19. Ácido	Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias ácidas a exemplo de soluções de ácido cítrico.	Fraco: solução de ácido cítrico a 0,25% Forte: solução de ácido cítrico a 1,5%
20. Amargo	Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias amargas a exemplo de soluções de cafeína.	Fraco: solução de cafeína a 0,3% Forte: solução de cafeína a 1,3%
21. Sabor oxidado	Intensidade do sabor oxidado do produto associado à perda do frescor, podendo chegar, com o passar do tempo e efeito da estocagem, a sabor que lembra a rancidez de gordura. Dependendo do grau de oxidação do produto, pode haver sabor metálico ou que lembra a sabão ou papelão.	Fraco: requeijão recém-produzido Forte: amostra RZF3 envelhecida
22. Sabor estranho	Intensidade de todo e qualquer sabor não característico do produto e diferente dos considerados na avaliação, quase sejam, velho, fermentado, queimado e azedo, entre outras possibilidades, devendo ser descrito quando detectado.	Fraco: requeijão recém-produzido Forte: amostra RZF3 envelhecida

Quadro 4.45. Valores médios obtidos na avaliação em triplicata das amostras de requeijão cremoso por 16 julgadores treinados para análise descritiva quantitativa visando a validação da equipe.¹

ATRIBUTOS	AMOSTRAS	RZC	RZF1	RZF2	RZF3	d.m.s.
Aparência						
1. Cor branco-creme		4,4 ± 0,5 a	4,3 ± 0,5 a	4,5 ± 0,8 a	4,4 ± 0,7 a	0,30
2. Cor amarelada		0,1 ± 0,4 a	0,2 ± 0,5 a	0,6 ± 1,2 b	0,7 ± 0,9 b	0,39
3. Lisura		8,8 ± 0,5 a	8,5 ± 1,2 a	6,5 ± 3,3 b	6,8 ± 3,1 b	1,42
4. Brilho		6,9 ± 0,3 a	6,9 ± 0,5 a	5,9 ± 1,6 b	6,2 ± 1,5 b	0,62
Aroma						
5. Característico de requeijão		4,7 ± 1,0 a	4,8 ± 0,4 a	3,9 ± 1,2 b	4,1 ± 1,1 b	0,47
6. Queijo maturado		0,5 ± 0,6 a	0,5 ± 0,6 a	0,9 ± 1,1 a	0,7 ± 1,2 a	0,50
7. Estranho		0,1 ± 0,4 a	0,1 ± 0,2 a	0,3 ± 0,8 a	0,9 ± 1,9 b	0,58
Textura não oral						
8. Consistência		6,8 ± 0,5 ab	7,0 ± 0,6 a	6,4 ± 1,4 bc	5,8 ± 1,1 c	0,53
9. Fluidez		7,6 ± 1,0 a	7,1 ± 1,5 a	5,9 ± 2,5 b	7,0 ± 2,1 a	1,01
10. Espalhabilidade		7,3 ± 0,4 a	7,1 ± 0,7 ab	6,8 ± 1,3 b	7,2 ± 1,3 ab	0,51
Textura oral / Sensação na boca						
11. Consistência		6,7 ± 0,6 a	6,9 ± 0,6 a	6,0 ± 1,4 b	5,6 ± 1,3 b	0,55
12. Grudento (i)		5,0 ± 0,8 b	5,1 ± 0,9 b	6,1 ± 1,8 a	5,3 ± 1,5 b	0,58
13. Arenosidade		0,1 ± 0,3 c	0,4 ± 0,9 c	5,4 ± 2,0 a	1,6 ± 2,2 b	0,84
14. Picante (i)		0,2 ± 0,4 b	0,1 ± 0,3 b	0,6 ± 1,2 a	0,4 ± 0,9 ab	0,32
Sabor / gosto						
15. Característico de requeijão		5,1 ± 0,8 a	5,2 ± 0,6 a	3,6 ± 1,6 b	3,5 ± 1,4 b	0,59
16. Sabor de fibras		0,2 ± 0,5 c	0,3 ± 0,7 c	3,7 ± 2,1 a	1,8 ± 2,1 b	0,80
17. Adocicado (i)		0,2 ± 0,5 c	0,2 ± 0,4 c	1,6 ± 1,8 b	3,9 ± 2,2 a	0,67
18. Salgado		5,8 ± 0,7 a	5,7 ± 1,2 a	4,9 ± 1,4 b	4,1 ± 1,3 c	0,58
19. Ácido		3,1 ± 0,5 a	3,1 ± 0,5 a	2,9 ± 0,8 a	2,8 ± 1,0 a	0,34
20. Amargo		0,3 ± 0,7 ab	0,1 ± 0,3 b	0,5 ± 1,0 a	0,5 ± 1,1 a	0,39
21. Sabor oxidado (i)		0,3 ± 1,0 b	0,2 ± 0,7 b	1,8 ± 2,7 a	1,4 ± 2,0 a	0,83
22. Sabor estranho (i)		0,2 ± 0,4 b	0,2 ± 0,6 b	1,3 ± 2,6 a	1,6 ± 2,4 a	0,79

¹ 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%.

(i): interação amostra x provador significativa ao nível de erro de 5% (valor da estatística F ≥ 1,48).

Quadro 4.46. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras ($p_{amostra}$) e da repetibilidade ($p_{repetição}$).

Atributos	Fator	Provadores															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Aparência																	
Cor branco-creme	p amo	0,285	0,894*	0,260	0,385	0,820*	0,155	0,625*	0,056	0,001	0,520*	0,527*	0,325	0,609*	-	-	0,341
	p rep	0,004*	0,118	0,038*	0,001*	0,941	0,047*	0,018*	0,206	0,001*	0,920	0,171	0,400	0,462	-	-	0,003*
Cor amarelada	p amo	-	0,203	0,619*	0,160	0,358	-	0,167	0,231	0,455	0,149	0,373	0,003	0,534*	0,572*	0,455	-
	p rep	-	0,162	0,683	0,598	0,606	-	0,245	0,194	0,422	0,172	0,984	0,198	0,736	0,561	0,422	-
Lisura	p amo	0,455	0,621*	0,630*	0,576*	0,758*	0,650*	0,598*	0,634*	0,322	0,578*	0,642*	0,669*	0,491	0,601*	0,546*	0,592*
	p rep	0,422	0,287	0,671	0,711	0,310	0,669	0,721	0,754	0,367	0,633	0,645	0,815	0,653	0,726	0,529	0,734
Brilho	p amo	0,154	0,555*	0,570*	0,444	0,462	0,497	0,193	0,323	0,323	0,590*	0,556*	0,835*	0,504*	0,613*	0,455	0,704*
	p rep	0,156	0,791	0,854	0,410	0,829	0,505	0,351	0,655	0,482	0,616	0,639	0,957	0,495	0,614	0,422	0,695
Aroma																	
Característico de requeijão	p amo	-	0,335	0,455	0,669*	0,803*	0,008	0,296	0,045	0,369	0,133	0,296	0,787*	0,479	0,398	0,613*	0,120
	p rep	-	0,465	0,429	0,620	0,394	0,392	0,545	0,942	0,439	0,944	0,623	0,346	0,529	0,529	0,614	0,678
Queijo maturado	p amo	-	0,896*	-	0,290	0,365	0,442	0,230	0,147	-	0,264	0,455	0,672*	0,587*	-	-	0,455
	p rep	-	0,124	-	0,387	0,564	0,316	0,092	0,170	-	0,116	0,016*	0,036*	0,246	-	-	0,002*
Estranho	p amo	-	0,620*	0,455	-	0,456	-	0,157	0,263	0,455	0,603*	0,455	0,455	0,452	0,117	0,455	0,714*
	p rep	-	0,329	0,422	-	0,403	-	0,515	0,426	0,422	0,601	0,422	0,422	0,624	0,422	0,422	0,355
Textura não oral																	
Consistência	p amo	0,367	0,598*	0,235	0,341	0,978*	0,042	0,566*	0,436	0,266	0,182	0,058	0,030	0,306	0,005	0,171	0,461
	p rep	0,560	0,486	0,111	0,564	0,617	0,205	0,765	0,241	0,172	0,440	0,134	0,276	0,739	0,143	0,422	0,112
Fluidez	p amo	0,455	0,789*	0,698*	0,452	0,858*	0,279	0,049	0,268	0,513*	0,047	0,841*	0,526*	0,788*	0,822*	0,436	0,553*
	p rep	0,464	0,644	0,697	0,301	0,917	0,336	0,120	0,750	0,451	0,861	0,858	0,742	0,851	0,841	0,205	0,437
Espalhabilidade	p amo	0,267	0,893*	0,072	0,453	0,952*	0,196	0,512*	0,541*	0,092	0,587*	0,540*	0,383	0,518*	0,027	0,455	0,452
	p rep	0,198	0,336	0,065	0,900	0,915	0,586	0,489	0,909	0,518	0,353	0,196	0,244	0,718	0,477	0,422	0,573
Textura oral																	
Consistência	p amo	0,376	0,313	0,135	0,381	0,533*	0,303	0,032	0,052	0,473	0,592*	0,221	0,074	0,613*	0,031	0,141	0,379
	p rep	0,502	0,770	0,726	0,420	0,894	0,279	0,156	0,493	0,478	0,447	0,246	0,022*	0,689	0,212	0,295	0,992
Grudento	p amo	0,021	0,002	0,873*	0,942*	0,550	0,059	0,021	0,031	0,736*	0,071	0,123	0,166	0,007	0,040	0,285	0,117
	p rep	0,759	0,017*	0,182	0,205	0,631	0,414	0,260	0,237	0,932	0,489	0,108	0,169	0,614	0,587	0,154	0,695
Arenosidade	p amo	0,001	0,007	0,037	0,074	0,078	0,023	0,198	0,050	0,005	0,018	0,005	0,001	0,011	0,001	0,001	0,002
	p rep	0,407	0,025*	0,878	0,422	0,254	0,445	0,438	0,388	0,226	0,363	0,542	0,392	0,189	0,933	0,392	0,151
Picante	p amo	-	0,279	0,649*	-	0,403	-	0,455	0,161	0,455	0,051	-	-	0,017	-	0,455	0,710*
	p rep	-	0,154	0,663	-	0,190	-	0,422	0,423	0,422	0,367	-	-	0,266	-	0,422	0,899
Sabor / gosto																	
Característico de requeijão	p amo	0,018	0,275	0,538*	0,268	0,828*	0,068	0,009	0,118	0,259	0,044	0,127	0,384	0,206	0,313	0,042	0,239
	p rep	0,708	0,255	0,569	0,980	0,703	0,375	0,202	0,743	0,507	0,550	0,548	0,477	0,550	0,605	0,518	0,811

Quadro 4.46. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras (p_{amostra}) e da repetibilidade ($p_{\text{repetição}}$) (Continuação).

Atributos	Fator	Provadores															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Fibra	p amo	0,001	0,081	0,092	0,304	0,045	0,455	0,218	0,059	0,006	0,004	0,044	0,003	0,107	0,003	0,001	0,108
	p rep	0,422	0,158	0,118	0,195	0,255	0,422	0,228	0,509	0,195	0,283	0,205	0,594	0,198	0,333	0,422	0,792
Adocicado	p amo	0,002	0,098	0,001	0,455	0,041	0,528*	0,018	0,015	0,089	0,004	0,075	0,005	0,041	0,003	0,001	0,027
	p rep	0,729	0,422	0,945	0,422	0,481	0,521	0,888	0,172	0,875	0,149	0,422	0,520	0,585	0,262	0,561	0,663
Salgado	p amo	0,072	0,310	0,008	0,407	0,859*	0,281	0,036	0,179	0,427	0,007	0,003	0,107	0,099	0,030	0,041	0,100
	p rep	0,500	0,228	0,201	0,756	0,910	0,166	0,617	0,343	0,602	0,597	0,348	0,386	0,902	0,770	0,595	0,677
Ácido	p amo	0,881*	0,560*	0,292	0,370	0,249	0,600*	0,768*	0,145	0,819*	0,565*	0,001	0,148	0,986*	-	0,654*	0,053
	p rep	0,271	0,370	0,251	0,330	0,245	0,222	0,507	0,590	0,422	0,779	0,546	0,644	0,444	-	0,670	0,254
Amargo	p amo	-	0,131	-	0,802*	0,455	-	0,002	0,211	0,455	0,304	-	0,303	0,459	-	0,455	-
	p rep	-	0,244	-	0,422	0,178	-	0,272	0,824	0,422	0,252	-	0,469	0,667	-	0,422	-
Oxidado, rançoso	p amo	0,455	0,070	0,480	0,304	0,585*	-	0,249	0,106	0,479	0,001	0,639*	0,495	0,172	0,648*	0,545*	-
	p rep	0,422	0,072	0,450	0,057	0,660	-	0,555	0,472	0,330	0,623	0,649	0,733	0,638	0,662	0,529	-
Estranho	p amo	0,455	0,543*	0,492	0,455	0,658*	-	0,250	0,458	0,644*	0,001	0,455	0,637*	0,407	0,455	0,455	0,474
	p rep	0,422	0,442	0,465	0,422	0,457	-	0,820	0,288	0,656	0,799	0,422	0,646	0,794	0,422	0,422	0,131
Número de atributos em que discriminou as amostras ($p < 0,50$)		15	12	13	16	11	13	17	20	17	15	14	15	14	12	16	14
Número de atributos com falta de repetibilidade ($p < 0,05$)		1	2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	0	0	0	2

- Não houve discriminação (praticamente mesmo valor da escala para as 4 amostras)

*Não atendimento ao especificado para p_{amostra} e $p_{\text{repetição}}$

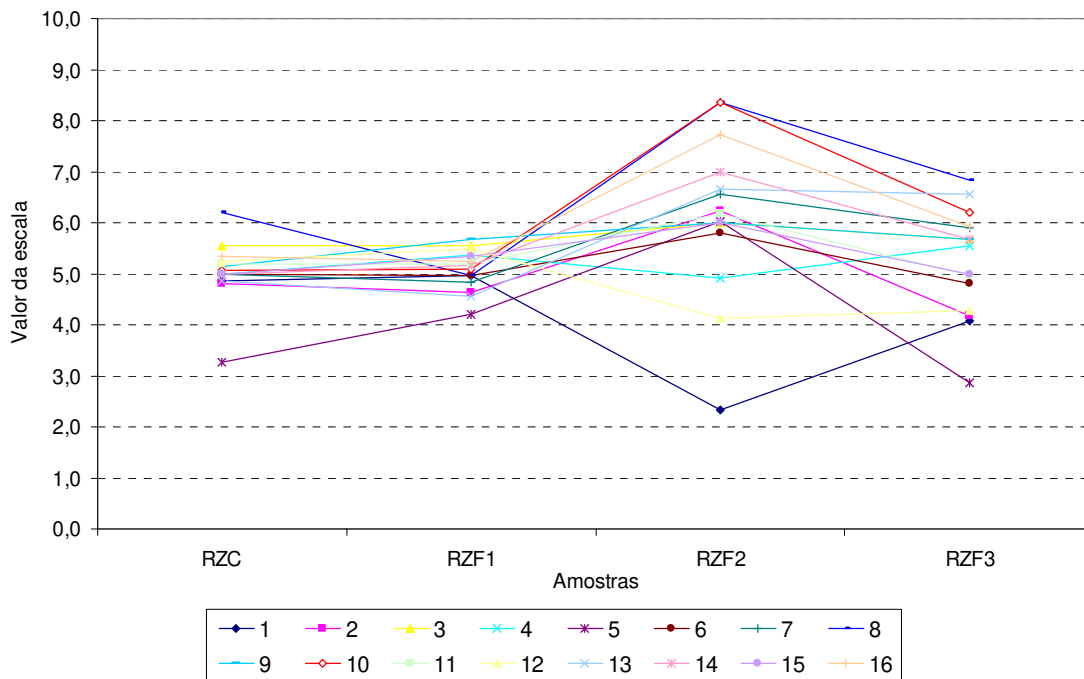


Figura 4.57. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provedores, para o atributo de textura oral **grudento**.

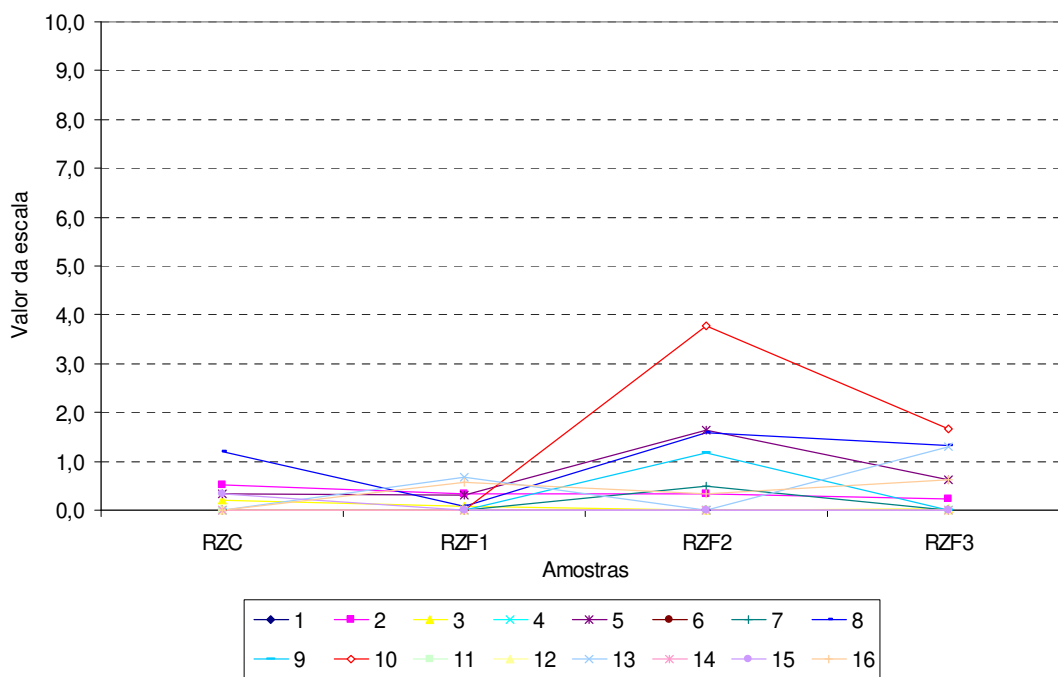


Figura 4.58. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provedores, para o atributo de sensação na boca **picante**.

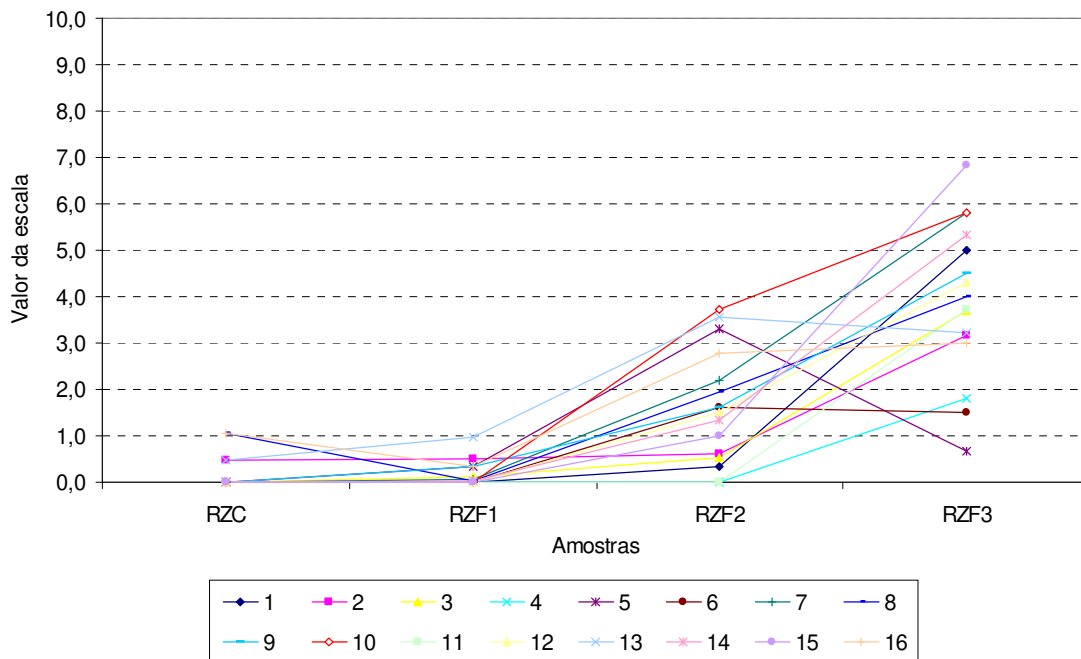


Figura 4.59. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provadores, para o atributo de sabor **adocicado**.

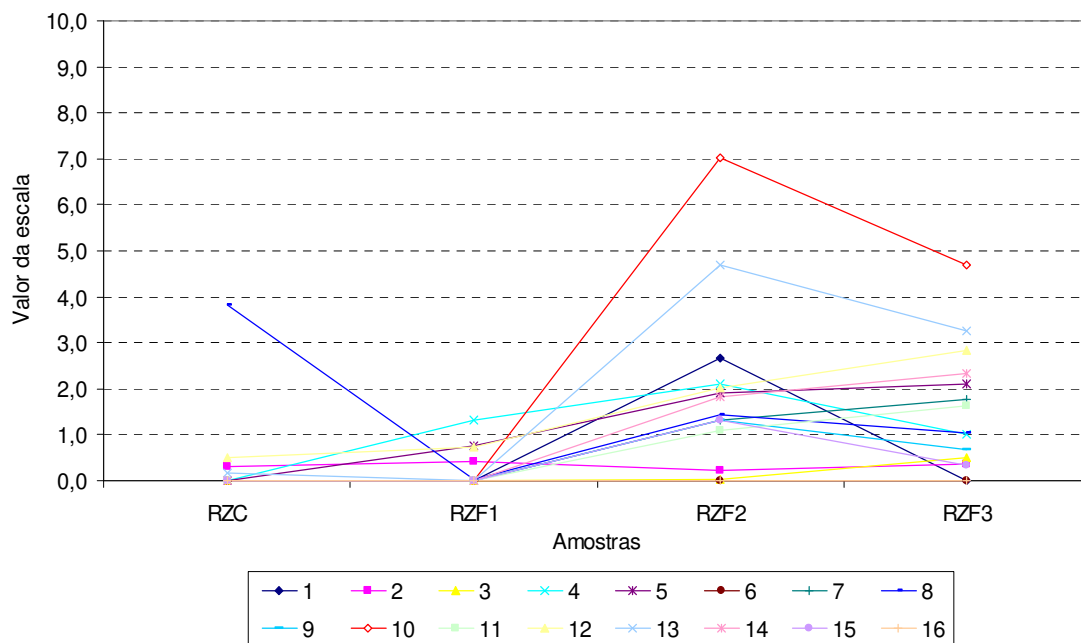


Figura 4.60. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provadores, para o atributo de sabor **oxidado**.

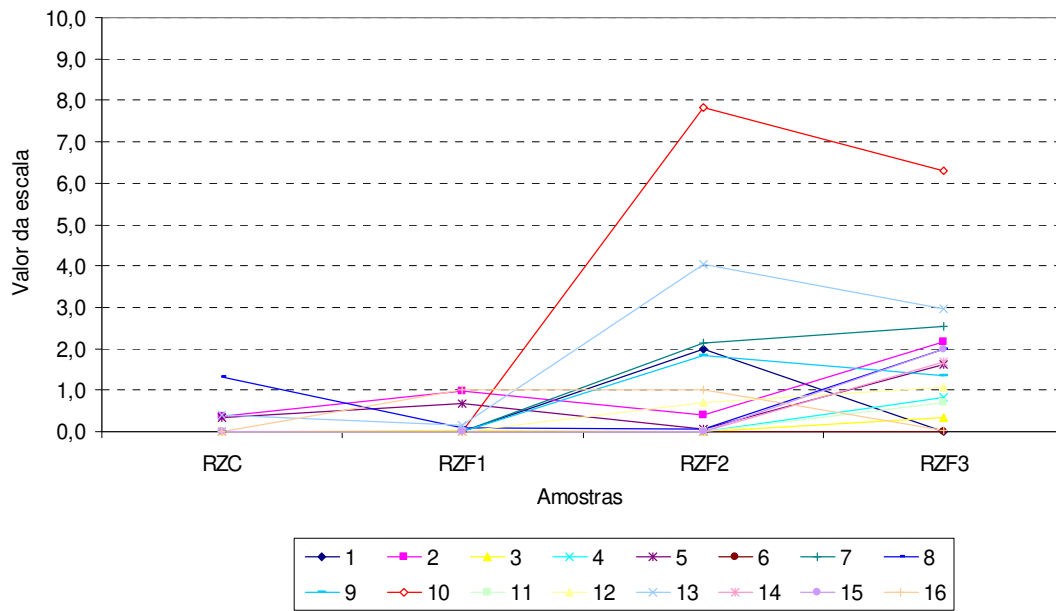
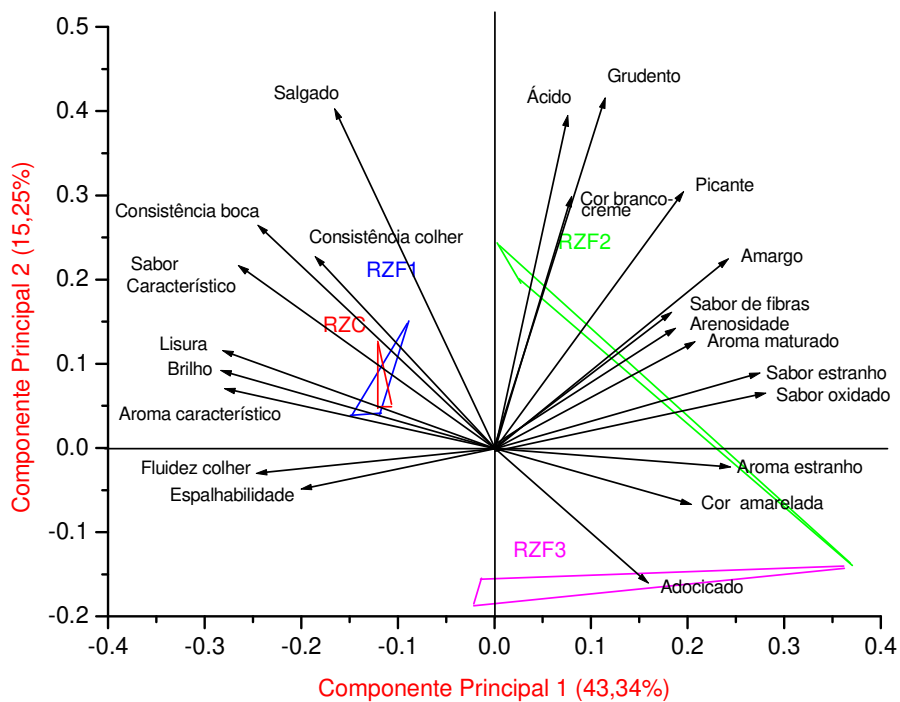


Figura 4.61. Representação gráfica dos valores médios das escalas entre as três repetições por amostra, com legendas identificando os provedores, para o atributo de sabor **estranho**.

(a)



(b)

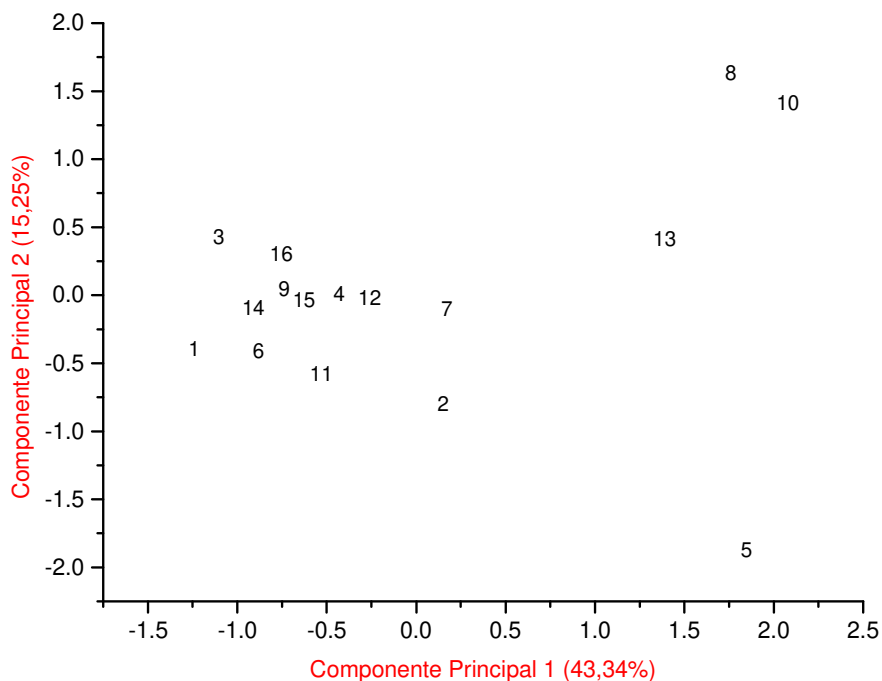


Figura 4.62. Configuração de amostras (a) e de provadores (b) obtida na avaliação do desempenho da equipe de 16 provadores treinados para análise descritiva quantitativa das amostras de requeijão cremoso estudadas.

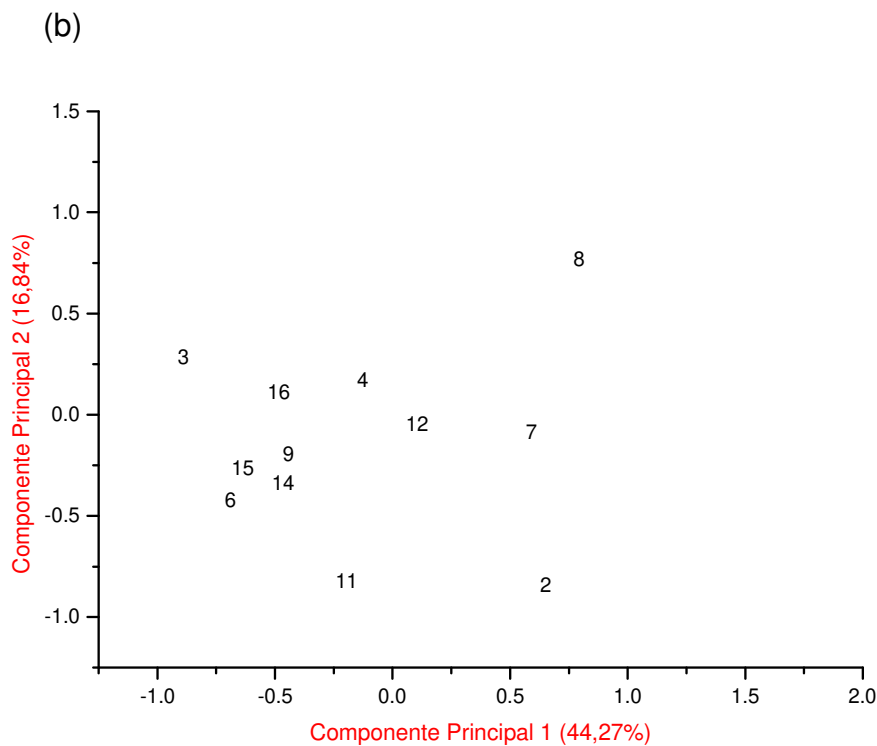
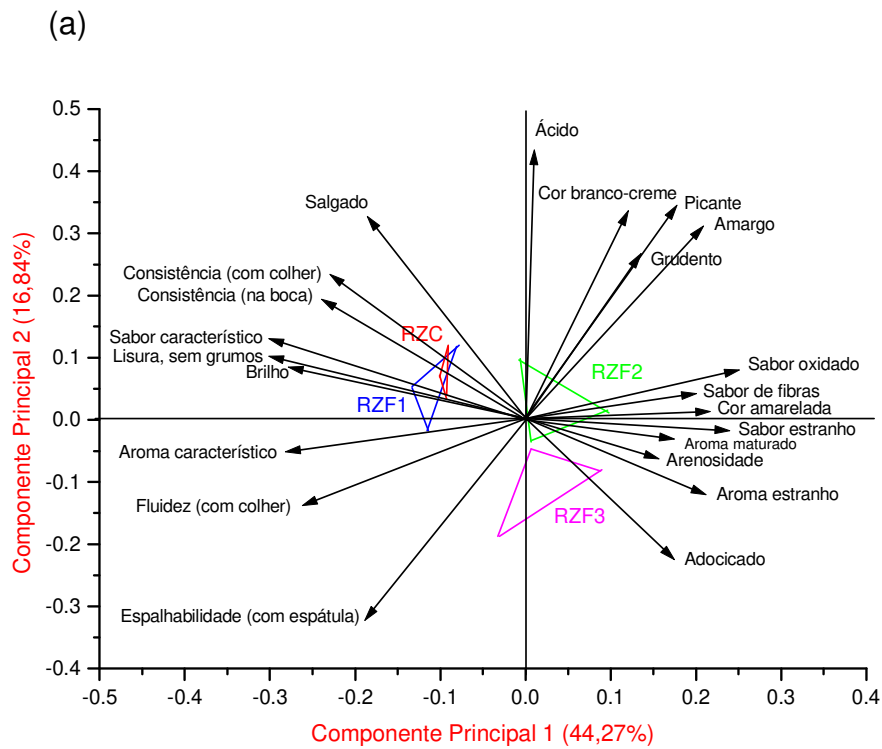


Figura 4.63. Configuração de amostras (a) e de provadores (b) obtida na avaliação da equipe final de 12 provadores treinados e selecionados para análise descritiva quantitativa das amostras de requeijão cremoso estudadas.

4.8.3. Análise Sensorial Etapa 1

Na etapa 1, foram fabricados e analisados os seguintes produtos: requeijão cremoso controle sem adição de fibra (RCC), com adição de 3,3% de Beneo[®]HPX (RCF1), 6,7% da mesma fibra (RCF2) e 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3).

4.8.3.1. Teste de Aceitabilidade Etapa 1 – Processamento 3

Caracterização do grupo de consumidores recrutado para o teste

Um grupo de 50 consumidores de requeijão, 4 homens e 46 mulheres, com as características quanto à faixa etária e classe social apresentadas na Figura 4.64 avaliou as amostras. A frequência de consumo de requeijão e os tipos de requeijão mais consumidos são apresentados na Figura 4.65, enquanto as marcas mais consumidas e as razões de preferência pelas marcas citadas segundo o grupo de consumidores recrutado, encontram-se na Figura 4.66.

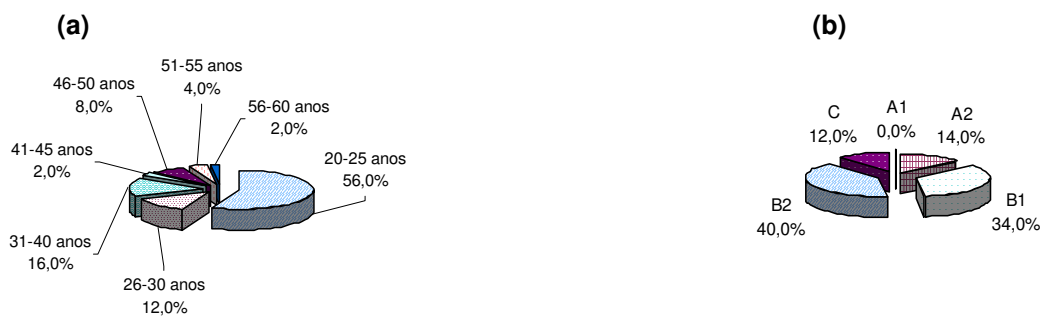


Figura 4.64. Faixa etária (a) e classe social (b) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

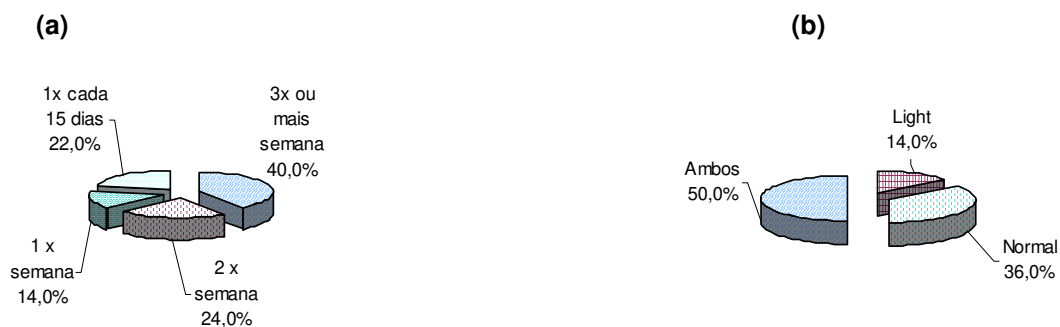


Figura 4.65. Frequência de consumo (a) e tipos de requeijão (b) mais consumidos pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

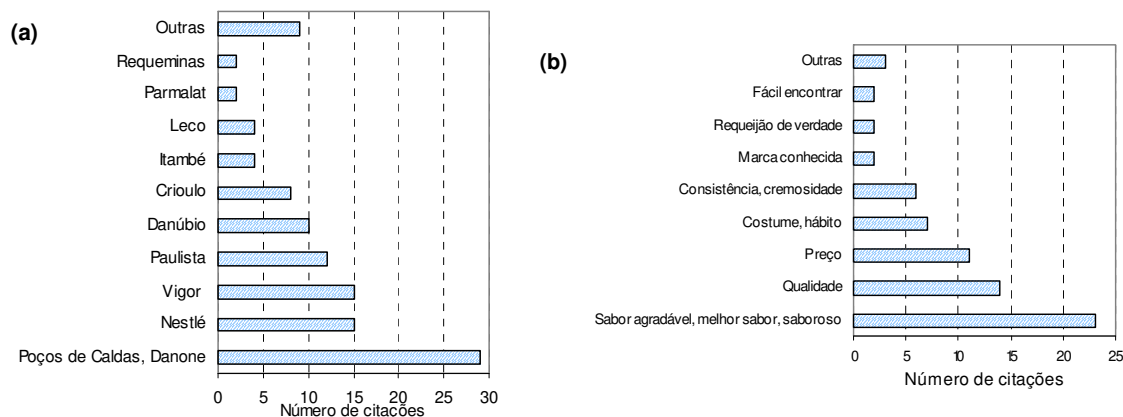


Figura 4.66. Marcas de requeijão mais consumidas (b) e razões da preferência pela marca citada (c) pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

Teste de aceitabilidade

Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor das amostras de requeijão, bem como quanto à indicação da intenção de compra são apresentados no Quadro 4.47. Verifica-se que as amostras diferiram estatisticamente entre si ao nível de erro de 5% em relação a todos os aspectos considerados na avaliação.

Na avaliação da aceitabilidade da aparência, as amostras RCC, RCF1 e RCF3 não diferiram entre si e obtiveram médias situadas entre “gostei muito” e “gostei” na escala utilizada, sendo mais apreciadas ($p < 0,05$) do que a amostra RCF2, que obteve média próxima a “gostei”.

Em relação ao aroma, as amostras RCC e RCF1 não diferiram entre si e obtiveram médias correspondentes a “gostei” na escala utilizada, sendo mais apreciadas ($p < 0,05$) do que a amostra RCF2, que obteve média situada entre “gostei” e “gostei pouco”. A amostra RCF3 foi classificada de modo intermediário e não diferiu das demais amostras.

Quanto à textura, a amostra RCF1, com média situada entre “gostei muito” e “gostei” na escala utilizada, foi mais apreciada ao nível de erro de 5% do que as amostras RCF3 e RCF2. A amostra RCF3 obteve média correspondente a “gostei”, superior ($p < 0,05$) ao obtido pela amostra RCF2, cuja média situa-se entre “não gostei nem desgostei” e “desgostei pouco”. A amostra RCC não diferiu ao

nível de erro de 5% das amostras RCF1 e RCF3, obtendo porém maior aceitabilidade da textura do que a amostra RCF2.

Na avaliação da aceitabilidade do sabor, as amostras RCC e RCF1, com médias correspondentes a “gostei” na escala utilizada, não diferiram entre si ($p < 0,05$), ambas com aceitabilidade superior em relação às amostras RCF2 e RCF3. Por sua vez, as amostras RCF2 e RCF3 diferiram ao nível de erro de 5% entre si, sendo a amostra RCF2 a menos aceita quanto ao sabor, obtendo média próxima a “desgostei pouco”.

Quanto à intenção de compra, observa-se que as amostras RCC e RCF1 obtiveram médias correspondentes a “provavelmente compraria” na escala utilizada, diferindo ($p < 0,05$) das amostras RCF2 e RCF3. A amostra RCF3 obteve próxima a “talvez compraria, talvez não compraria”, enquanto a média obtida pela amostra RCF2 corresponde a “provavelmente não compraria”.

Quadro 4.47. Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor e indicação da intenção de compra das amostras de requeijão pelo grupo de 50 consumidores*.

Amostras	Aceitabilidade*				
	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Intenção de compra
RCC	(7,7 ± 0,8) a	(7,0 ± 1,2) a	(7,5 ± 1,0) ab	(7,3 ± 1,3) a	(4,1 ± 0,9) a
RCF1	(7,4 ± 1,1) a	(7,0 ± 1,2) a	(7,6 ± 0,9) a	(7,2 ± 1,2) a	(3,9 ± 1,1) a
RCF2	(6,8 ± 1,3) b	(6,4 ± 1,4) b	(4,4 ± 2,0) c	(4,3 ± 2,0) c	(1,8 ± 1,0) c
RCF3	(7,3 ± 1,1) a	(6,7 ± 1,5) ab	(6,9 ± 1,2) b	(6,1 ± 2,1) b	(3,2 ± 1,4) b
d.m.s. (5%)	0,42	0,46	0,67	0,80	0,50

* Resultado expresso como média ± desvio-padrão.

d.m.s.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%.

Na Figura 4.67 são apresentadas as distribuições em frequência dos valores de escala atribuídos pelos consumidores aos produtos quanto à aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor.

A Figura 4.68 mostra a distribuição relativa aos valores correspondentes à indicação da intenção de compra.

No Quadro 4.48 são apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição, associadas às amostras por meio das escalas hedônicas utilizadas, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6 (acima do ponto médio), 5 (ponto médio) e de 4 a 1 (abaixo do ponto médio), respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados, da mesma forma que para a intenção de compra positiva (correspondente às porcentagens acima do ponto médio), duvidosa (no ponto médio) e negativa (abaixo do ponto médio).

No Quadro 4.48 observa-se, em geral, elevadas porcentagens de aceitação e de intenção de compra positiva para as amostras RCC e RCF1. A amostra RCF3 obteve porcentagens de aceitação relativamente elevadas para a aparência, aroma e textura, porém com 22% de rejeição quanto ao sabor e 32% de intenção de compra negativa. A amostra RCF2 obteve elevados índices de rejeição quanto ao sabor e textura, com intenção de compra altamente negativa.

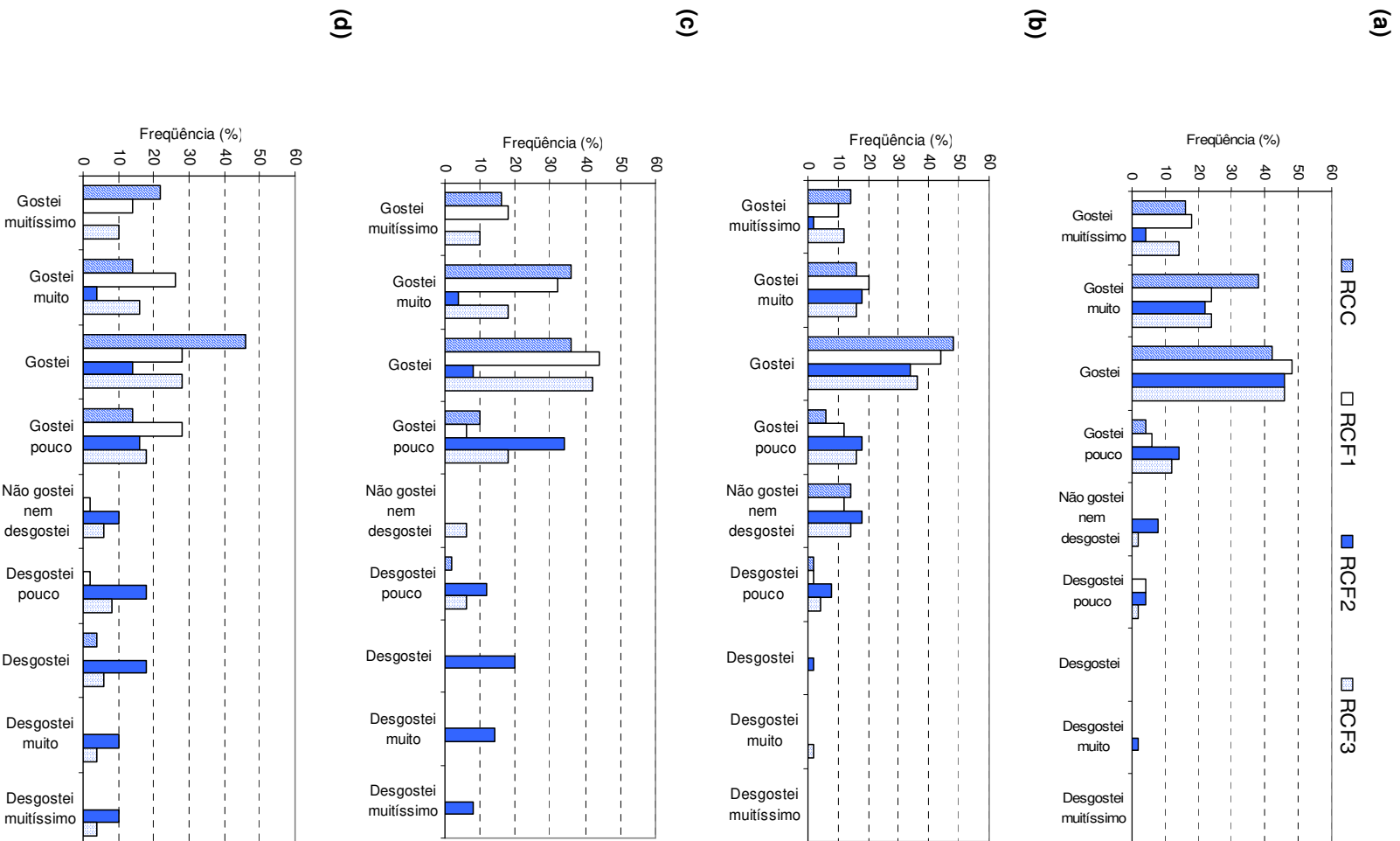


Figura 4.67. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à aceitabilidade da aparência (a), do aroma (b), da textura (c) e do sabor (d).

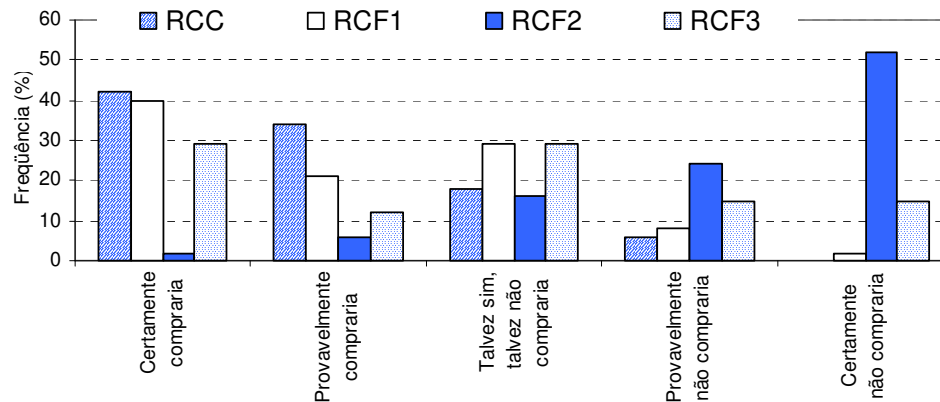


Figura 4.68. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à intenção de compra.

Quadro 4.48. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de requeijão.

Aceitabilidade		Amostras			
		RCC	RCF1	RCF2	RCF3
Aparência	Aceitação (%)	100	96	86	96
	Indiferença (%)	0	0	8	2
	Rejeição (%)	0	4	6	2
Aroma	Aceitação (%)	84	86	72	80
	Indiferença (%)	14	12	18	14
	Rejeição (%)	2	2	10	6
Textura	Aceitação (%)	98	100	46	88
	Indiferença (%)	0	0	0	6
	Rejeição (%)	2	0	54	6
Sabor	Aceitação (%)	96	96	34	72
	Indiferença (%)	0	2	10	6
	Rejeição (%)	4	2	56	22
Intenção de compra	Positiva (%)	76	62	8	40
	Duvidosa (%)	18	28	16	28
	Negativa (%)	6	10	76	32

A descrição do que cada consumidor gostou e desgostou é apresentada no Quadro 4.49.

Verifica-se no Quadro 4.49 que a maior frequência de menções positivas diz respeito à textura da amostra RCF1, ao sabor da amostra RCC e à aparência da amostra RCF2.

Quanto às razões de desgosto, verifica-se que as maiores frequências de citações negativas dizem respeito à textura da amostra RCF2, considerada arenosa por 26% dos consumidores consultados, e ao sabor das três amostras

com fibra, entre as quais foi considerada com gosto doce indesejável por 12% dos consumidores consultados a amostra RCF3.

Quadro 4.49. Descrição do que cada consumidor gostou e desgostou em relação às amostras de requeijão (números indicam a frequência com que foram citados).

Amostras				
	RCC	RCF1	RCF2	RCF3
Gostou				
Textura (em geral)	16	23	3	16
Consistência (em geral)	6	7	1	2
Cremosidade	2	1	0	0
Total de menções positivas sobre a textura	24	31	4	18
Sabor (em geral)	29	22	11	16
Sabor salgado, quantidade de sal	3	2	2	2
Sabor característico	2	0	0	0
Total de menções positivas sobre o sabor	34	24	13	18
Aparência (em geral)	4	6	17	8
Cor (em geral)	3	2	6	6
Brilho	1	1	0	0
Total de menções positivas sobre a aparência	8	9	23	14
Aroma	2	3	2	2
Amostras				
	RCC	RCF1	RCF2	RCF3
Desgostou				
Textura (em geral)	2	0	13	4
Arenosidade	0	0	13	0
Pouca consistência	4	0	11	3
Consistência (em geral)	2	1	2	0
Total de menções negativas sobre a textura	8	1	39	7
Sabor (em geral)	8	12	17	9
Gosto doce	0	0	0	6
Muito salgado	3	4	0	1
Pouco salgado	1	4	0	1
Sabor de leite	0	0	0	4
Sabor de farinha	0	0	4	0
Sabor fraco	0	4	1	0
Gosto ácido	0	3	2	1
Total de menções negativas sobre o sabor	12	27	24	22
Aparência, cor (em geral)	0	1	2	2
Aroma (fraco)	4	5	1	6
Gostou de tudo	17	14	0	9
Desgostou de tudo	0	0	5	0

4.8.3.2. Comparação entre as Características Sensoriais das Amostras de Requeijão Cremoso Obtidas na Etapa 1

ADQ das amostras de requeijão light obtidas no Processamento 2 durante a estocagem

Os valores médios obtidos são apresentados no Quadro 4.50 enquanto o perfil sensorial das amostras logo após o processamento é apresentado na Figura 4.69 e os perfis iniciais em comparação com os finais à estocagem são apresentados nas Figuras 4.70 a 4.72 para as amostras RCF1, RCF2 e RCF3, respectivamente.

Verifica-se que algumas diferenças estatisticamente ao nível de erro de 5% entre amostras com fibra e a amostra sem fibra (RCC), considerada como referência, foram detectadas desde o início da estocagem e mantiveram-se durante o estudo para os seguintes atributos:

- consistência não oral: amostras RCF1 e RCF2 menos consistentes do que RCC;
- fluidez: amostra RCF1 com maior fluidez do que RCC;
- espalhabilidade: amostra RCF1 com mais espalhabilidade do que RCC;
- consistência oral: as três amostras com fibra com menor consistência do que RCC;
- arenosidade: amostra RCF2 mais arenosa do que RCC;
- sabor de fibras: as três amostras com fibra com maior intensidade do que RCC;
- sabor adocicado: amostra RCF3 com maior intensidade do que RCC;
- gosto salgado: amostra RCF3 com menor intensidade do que RCC.

Como efeito da estocagem, observam-se de forma sistemática as seguintes alterações significativas ao nível de erro de 5% nas amostras com fibra em relação à amostra sem fibra:

- amostra RCF1: textura oral mais grudenta que RCC a partir de 75 dias e menor intensidade do sabor característico a partir de 30 dias;

- amostra RCF2: aroma de queijo maturado mais intenso a partir de 75 dias, textura oral mais grudenta que RCC a partir de 75 dias, menor intensidade do sabor característico a partir de 30 dias, gosto menos salgado a partir de 60 dias, sabor oxidado/rançoso a partir de 75 dias;

- amostra RCF3: aroma característico menos intenso a partir de 75 dias, aroma de queijo maturado mais intenso que RCC a partir de 75 dias, menor intensidade do sabor característico a partir de 15 dias, sabor oxidado/rançoso e sabor estranho a partir de 75 dias, sendo o sabor estranho descrito como azedo.

Do ponto de vista de vida-de-prateleira, a qualidade dos alimentos é definida por parâmetros fisiológicos, valores nutricionais e atributos sensoriais como cor, sabor e textura ou consistência. A diminuição da qualidade e a redução de vida-de-prateleira podem ser consequência do efeito de uma ou mais destas propriedades (PFEIFFER et al., 1999).

Quanto aos parâmetros microbiológicos, físico-químicos, perfil de textura instrumental e cor, os requeijões mantiveram-se estáveis ao longo do período de estocagem de 90 dias. Na análise sensorial, porém, alterações em relação ao sabor e à textura oral foram observadas. O sabor de oxidado/rançoso e o sabor estranho descrito como azedo limitam a vida-de-prateleira dos produtos. É importante ressaltar que estes sabores foram detectados por uma equipe treinada e que não necessariamente seriam percebidos pelo consumidor. No entanto, uma margem de segurança no número de dias da vida-de-prateleira é necessária para garantir a qualidade do produto durante todo o seu prazo de validade. Sendo assim, a vida-de-prateleira sugerida para as amostras RCF2 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]HPX) e RCF3 (requeijão com 6,7% de Beneo[®]Synergy1) é de 60 dias.

Quadro 4.50. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 2º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem.*

Atributos	Amostra	Tempo de após produção (dias)					
		1	15	30	60	75	90
Aparência							
1. Cor branco-creme	Referência	3,9 ± 0,2 a	4,0 ± 0,1 a	4,0 ± 0,2 a	4,0 ± 0,5 a	3,9 ± 0,2 a	3,8 ± 0,5 a
	RCF1	4,0 ± 0,2 a	4,0 ± 0,8 a	4,2 ± 0,6 a	4,4 ± 0,5 a	3,9 ± 0,3 a	3,8 ± 0,8 a
	RCF2	4,1 ± 0,2 a	4,1 ± 0,5 a	4,0 ± 0,4 a	4,5 ± 0,8 a	4,2 ± 0,7 a	4,1 ± 0,7 a
	RCF3	3,9 ± 0,4 a	3,7 ± 0,7 a	3,9 ± 0,7 a	4,1 ± 0,7 a	4,3 ± 0,9 a	3,9 ± 0,7 a
	d.m.s.	0,22	0,58	0,49	0,50	0,53	0,61
2. Cor amarelada	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,4 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,6 a	0,2 ± 0,4 a
	RCF2	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,1 a	0,3 ± 0,9 a	0,4 ± 0,5 a	0,2 ± 0,3 a	0,2 ± 0,6 a
	RCF3	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,6 a	0,0 ± 0,0 a	0,5 ± 0,7 a	0,3 ± 0,9 a	0,1 ± 0,3 a
	d.m.s.	0,13	0,36	0,45	0,41	0,51	0,38
3. Lisura	Referência	7,8 ± 0,7 a	7,8 ± 0,6 a	7,7 ± 0,7 a	7,9 ± 0,3 a	8,0 ± 0,1 a	7,9 ± 0,3 a
	RCF1	8,2 ± 0,6 a	8,2 ± 0,5 a	8,2 ± 0,8 a	7,9 ± 0,6 a	7,7 ± 0,4 a	7,9 ± 0,3 a
	RCF2	8,0 ± 0,7 a	7,7 ± 0,7 a	8,0 ± 0,3 a	7,6 ± 0,7 a	7,3 ± 1,1 a	7,8 ± 0,4 a
	RCF3	8,2 ± 0,5 a	8,2 ± 0,6 a	8,4 ± 0,7 b	7,4 ± 0,8 a	7,1 ± 1,2 a	7,6 ± 0,9 a
	d.m.s.	0,60	0,62	0,57	0,55	0,72	0,51
4. Brilho	Referência	8,0 ± 0,0 a	7,9 ± 0,3 a	8,0 ± 0,2 a	8,0 ± 0,0 a	7,9 ± 0,1 a	8,0 ± 0,2 a
	RCF1	8,2 ± 0,4 a	8,0 ± 0,1 a	8,1 ± 0,3 a	7,7 ± 0,5 a	7,7 ± 0,4 a	7,7 ± 0,8 a
	RCF2	8,0 ± 0,1 a	7,9 ± 0,2 a	8,0 ± 0,2 a	7,6 ± 0,7 a	7,8 ± 0,3 a	7,9 ± 0,3 a
	RCF3	8,0 ± 0,0 a	8,1 ± 0,1 b	8,0 ± 0,2 a	7,4 ± 0,8 b	7,6 ± 0,6 b	7,6 ± 0,7 a
	d.m.s.	0,23	0,18	0,22	0,55	0,33	0,53
Aroma							
5. Característico de requeijão	Referência	7,8 ± 0,6 a	7,7 ± 0,5 a	7,8 ± 0,3 a	7,8 ± 0,4 a	7,9 ± 0,1 a	7,6 ± 1,2 a
	RCF1	7,7 ± 0,6 a	7,7 ± 0,8 a	7,3 ± 0,9 a	6,0 ± 1,5 b	7,3 ± 1,0 a	6,6 ± 1,3 a
	RCF2	7,6 ± 0,7 a	7,6 ± 0,6 a	7,5 ± 0,6 a	6,7 ± 1,3 b	6,4 ± 1,4 b	6,6 ± 1,6 a
	RCF3	7,7 ± 0,6 a	7,5 ± 0,6 a	7,1 ± 1,0 a	7,2 ± 0,9 a	5,2 ± 1,6 b	5,9 ± 1,4 b
	d.m.s.	0,58	0,53	0,68	0,93	0,94	1,19
6. Queijo maturado	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,4 ± 1,2 a	1,0 ± 1,5 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a
	RCF2	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 1,0 a	0,7 ± 1,1 a	1,1 ± 1,6 b	0,9 ± 1,3 b
	RCF3	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,3 ± 1,1 a	0,3 ± 0,6 a	1,4 ± 1,3 b	1,1 ± 1,3 b
	d.m.s.	0,14	0,08	0,54	0,93	0,90	0,76
7. Estranho	Referência	0,2 ± 0,6 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	1,8 ± 1,9 b	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a
	RCF2	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,1 a	0,5 ± 1,4 a	0,4 ± 1,2 a	0,4 ± 0,9 a
	RCF3	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	1,4 ± 1,9 b	0,6 ± 1,4 a
	d.m.s.	0,29	0,14	0,03	1,07	0,99	0,85

Quadro 4.50. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 2º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (continuação).*

Atributos	Amostra	Tempo de após produção (dias)					
		1	15	30	60	75	90
Textura não oral							
8. Consistência	Referência	7,0 ± 0,5 a	6,8 ± 0,4 a	6,9 ± 0,3 a	6,8 ± 0,6 a	6,9 ± 0,1 a	7,1 ± 0,5 a
	RCF1	4,8 ± 0,8 b	4,0 ± 1,2 b	4,2 ± 0,7 b	4,5 ± 0,9 b	5,5 ± 1,1 b	5,6 ± 1,1 b
	RCF2	6,3 ± 0,8 a	6,3 ± 0,8 a	6,0 ± 0,7 b	6,3 ± 1,2 a	6,4 ± 1,0 a	6,8 ± 0,9 a
	RCF3	5,1 ± 0,5 b	4,1 ± 1,0 b	4,1 ± 1,0 b	5,9 ± 0,6 b	6,5 ± 1,0 a	6,3 ± 1,3 a
	d.m.s.	0,72	0,76	0,74	0,81	0,90	0,89
9. Fluidez	Referência	3,0 ± 0,8 a	3,1 ± 0,3 a	3,3 ± 0,4 a	3,1 ± 0,5 a	2,8 ± 0,4 a	3,0 ± 0,5 a
	RCF1	5,4 ± 1,6 b	5,8 ± 1,3 b	6,9 ± 1,1 b	5,5 ± 1,5 b	4,2 ± 1,4 b	3,9 ± 1,5 b
	RCF2	3,2 ± 1,5 a	3,0 ± 1,2 a	3,4 ± 0,9 a	3,0 ± 1,1 a	2,8 ± 1,0 a	2,7 ± 0,9 a
	RCF3	4,9 ± 1,4 b	6,2 ± 1,1 b	6,4 ± 1,2 b	2,9 ± 1,1 a	2,5 ± 1,5 a	2,3 ± 1,3 a
	d.m.s.	1,14	0,13	0,91	1,09	0,92	0,87
10. Espalhabilidade	Referência	7,0 ± 0,5 a	6,9 ± 0,4 a	7,1 ± 0,3 a	6,9 ± 0,3 a	6,8 ± 0,4 a	6,9 ± 0,3 a
	RCF1	8,0 ± 0,4 b	8,1 ± 0,7 b	8,1 ± 0,5 b	8,1 ± 0,8 b	7,7 ± 0,6 b	7,4 ± 1,0 a
	RCF2	7,2 ± 0,5 a	7,4 ± 0,5 a	7,3 ± 0,7 a	7,2 ± 0,6 a	7,1 ± 0,6 a	6,9 ± 0,8 a
	RCF3	7,9 ± 0,4 b	7,6 ± 1,5 a	8,2 ± 0,5 b	7,1 ± 0,8 a	6,8 ± 0,7 a	7,2 ± 0,6 a
	d.m.s.	0,44	0,89	0,50	0,56	0,41	0,65
Textura oral / sensação na boca							
11. Consistência	Referência	6,1 ± 0,5 a	5,9 ± 0,2 a	5,9 ± 0,3 a	6,0 ± 0,4 a	6,0 ± 0,3 a	6,0 ± 0,1 a
	RCF1	3,8 ± 0,6 b	3,7 ± 1,1 b	3,4 ± 0,9 b	3,6 ± 0,9 b	4,7 ± 0,9 b	4,5 ± 1,0 b
	RCF2	5,0 ± 0,9 b	4,7 ± 0,5 b	5,0 ± 0,9 b	5,0 ± 0,8 b	5,3 ± 0,8 b	5,2 ± 1,0 a
	RCF3	4,1 ± 0,8 b	3,4 ± 1,1 b	3,6 ± 1,1 b	4,6 ± 1,0 b	5,2 ± 0,5 b	5,1 ± 0,7 b
	d.m.s.	0,53	0,82	0,81	0,71	0,63	0,80
12. Grudento	Referência	3,1 ± 0,7 a	3,3 ± 1,0 a	2,9 ± 0,3 a	3,3 ± 0,9 a	2,9 ± 0,4 a	3,0 ± 0,3 a
	RCF1	2,2 ± 1,1 b	2,5 ± 0,8 a	3,6 ± 1,5 a	3,6 ± 1,8 a	4,3 ± 1,8 b	4,4 ± 1,5 b
	RCF2	3,4 ± 1,3 a	4,3 ± 1,9 a	3,9 ± 1,2 b	4,2 ± 1,5 a	4,4 ± 1,7 b	4,3 ± 1,3 b
	RCF3	1,6 ± 0,9 b	2,1 ± 1,3 b	2,8 ± 1,2 a	2,8 ± 1,1 a	3,7 ± 1,8 a	3,5 ± 1,2 a
	d.m.s.	0,83	1,12	0,83	1,21	1,14	1,05
13. Arenosidade	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,5 ± 1,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,7 ± 0,6 a	1,7 ± 1,7 b	4,5 ± 1,8 b	4,4 ± 1,9 b	4,4 ± 1,4 b
	RCF2	4,6 ± 2,0 b	4,6 ± 2,7 b	4,4 ± 1,7 b	5,3 ± 1,8 b	5,2 ± 1,5 b	4,9 ± 1,3 b
	RCF3	0,1 ± 0,3 a	1,0 ± 0,9 a	0,8 ± 0,7 a	2,2 ± 1,6 b	4,1 ± 1,3 b	4,7 ± 1,5 b
	d.m.s.	1,00	1,38	1,13	1,48	1,19	1,11
14. Picante	Referência	0,2 ± 0,7 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 0,8 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	0,3 ± 0,6 a	0,2 ± 0,6 a	0,2 ± 0,4 a	1,6 ± 1,6 b	0,3 ± 0,5 a	0,3 ± 0,5 a
	RCF2	0,2 ± 0,4 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 0,8 a	0,6 ± 1,3 a	0,4 ± 1,0 a
	RCF3	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,4 a	0,2 ± 0,5 a	0,3 ± 0,8 a	0,5 ± 0,7 a
	d.m.s.	0,49	0,33	0,28	0,80	0,79	0,64

Quadro 4.50. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 2º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (continuação).*

Atributos	Amostra	Tempo de após produção (dias)					
		1	15	30	60	75	90
Sabor / gosto							
15. Característico de requeijão	Referência	7,5 ± 1,2 a	7,6 ± 0,6 a	7,7 ± 0,5 a	7,6 ± 0,8 a	7,8 ± 0,4 a	7,8 ± 0,6 a
	RCF1	7,8 ± 0,3 a	7,3 ± 0,9 a	6,7 ± 0,9 b	4,8 ± 1,6 b	6,8 ± 0,8 a	5,8 ± 1,4 b
	RCF2	7,3 ± 0,9 a	7,0 ± 0,8 a	6,7 ± 0,7 b	6,1 ± 1,1 b	5,4 ± 1,7 b	4,5 ± 1,4 b
	RCF3	7,4 ± 0,9 a	6,6 ± 0,9 b	6,5 ± 1,3 b	6,0 ± 1,1 b	5,1 ± 1,7 b	4,0 ± 1,6 b
	d.m.s.	0,75	0,75	0,66	1,11	1,25	1,14
16. Fibras	Referência	0,7 ± 0,5 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	4,2 ± 1,9 b	1,6 ± 2,0 a	2,1 ± 1,6 b	2,8 ± 2,2 b	4,1 ± 1,8 b	3,3 ± 1,4 b
	RCF2	6,0 ± 1,5 b	2,7 ± 1,7 b	3,2 ± 1,5 b	4,0 ± 1,9 b	5,1 ± 1,5 b	4,3 ± 1,3 b
	RCF3	4,3 ± 1,7 b	2,0 ± 1,3 b	0,8 ± 1,1 a	3,2 ± 2,0 b	3,2 ± 1,8 b	2,7 ± 1,6 b
	d.m.s.	1,15	1,46	1,12	1,72	1,21	1,28
17. Adocicado	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,7 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,2 a	0,2 ± 0,4 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,4 a	0,6 ± 1,5 a	0,9 ± 1,6 a	0,8 ± 1,3 a	0,7 ± 1,3 a
	RCF2	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,4 a	0,3 ± 0,7 a	0,7 ± 1,0 a	0,9 ± 1,4 a	0,6 ± 1,1 a
	RCF3	4,8 ± 1,2 b	4,9 ± 1,6 b	4,0 ± 1,8 b	4,8 ± 1,8 b	5,0 ± 1,7 b	4,5 ± 1,4 b
	d.m.s.	0,59	0,96	1,12	1,10	1,33	1,02
18. Salgado	Referência	6,9 ± 0,3 a	6,5 ± 1,1 a	6,8 ± 0,3 a	6,9 ± 0,3 a	6,9 ± 0,2 a	6,8 ± 0,6 a
	RCF1	6,9 ± 0,7 a	6,4 ± 1,5 a	6,2 ± 1,1 a	6,2 ± 1,4 a	6,2 ± 0,7 a	6,2 ± 0,9 a
	RCF2	6,7 ± 0,5 a	6,1 ± 0,9 a	6,2 ± 0,9 a	5,6 ± 1,3 b	5,7 ± 1,6 b	5,7 ± 0,9 b
	RCF3	4,2 ± 2,0 b	4,0 ± 2,4 b	4,6 ± 1,9 b	4,4 ± 0,9 b	4,6 ± 1,4 b	4,8 ± 1,8 b
	d.m.s.	1,03	1,51	0,95	0,89	1,00	1,03
19. Ácido	Referência	4,1 ± 0,3 a	4,1 ± 0,5 a	4,0 ± 0,2 a	4,2 ± 0,6 a	4,1 ± 0,3 a	4,0 ± 0,2 a
	RCF1	3,9 ± 0,7 a	3,9 ± 0,7 a	4,3 ± 0,6 a	3,9 ± 1,0 a	4,2 ± 0,7 a	4,1 ± 0,8 a
	RCF2	4,0 ± 0,5 a	3,6 ± 0,7 a	3,8 ± 0,6 a	3,6 ± 1,4 a	3,9 ± 1,0 a	3,8 ± 0,9 a
	RCF3	3,4 ± 1,0 b	3,3 ± 0,9 b	3,7 ± 0,8 a	3,1 ± 1,1 b	4,0 ± 0,7 a	3,8 ± 1,4 a
	d.m.s.	0,59	0,63	0,48	0,71	0,70	0,80
20. Amargo	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,4 a	0,6 ± 0,9 b	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,2 a
	RCF2	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,5 ± 0,9 a	0,5 ± 0,8 a	0,3 ± 0,6 a
	RCF3	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,4 ± 0,9 a	0,0 ± 0,0 a	0,5 ± 0,9 a	0,5 ± 1,8 a
	d.m.s.	0,15	0,05	0,48	0,52	0,62	0,97

Quadro 4.50. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 2º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (continuação).*

Atributos	Amostra	Tempo de após produção (dias)					
		1	15	30	60	75	90
21. Oxidado/ rançoso	Referência	0,3 ± 1,2 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,7 ± 1,6 a	2,5 ± 1,9 b	0,7 ± 1,0 a	1,1 ± 1,3 a
	RCF2	0,2 ± 0,6 a	0,1 ± 0,3 a	0,7 ± 1,1 a	0,8 ± 1,1 a	2,3 ± 1,5 b	2,9 ± 1,6 b
	RCF3	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,7 ± 1,7 a	0,4 ± 0,9 a	2,3 ± 1,9 b	3,0 ± 1,7 b
	d.m.s.	0,65	0,26	0,85	1,12	1,26	1,11
22. Estranho	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF1	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,4 ± 1,2 a	2,1 ± 2,1 b	0,2 ± 0,7 a	0,7 ± 1,8 a
	RCF2	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,7 ± 1,7 a	0,9 ± 1,9 a	1,7 ± 2,4 b
	RCF3	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	2,4 ± 1,7 b	2,5 ± 2,5 b
	d.m.s.	0,01	0,03	0,58	1,26	1,14	1,52

* 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 dos valores da amostra Referência (RCC) ao nível de erro de 5%.

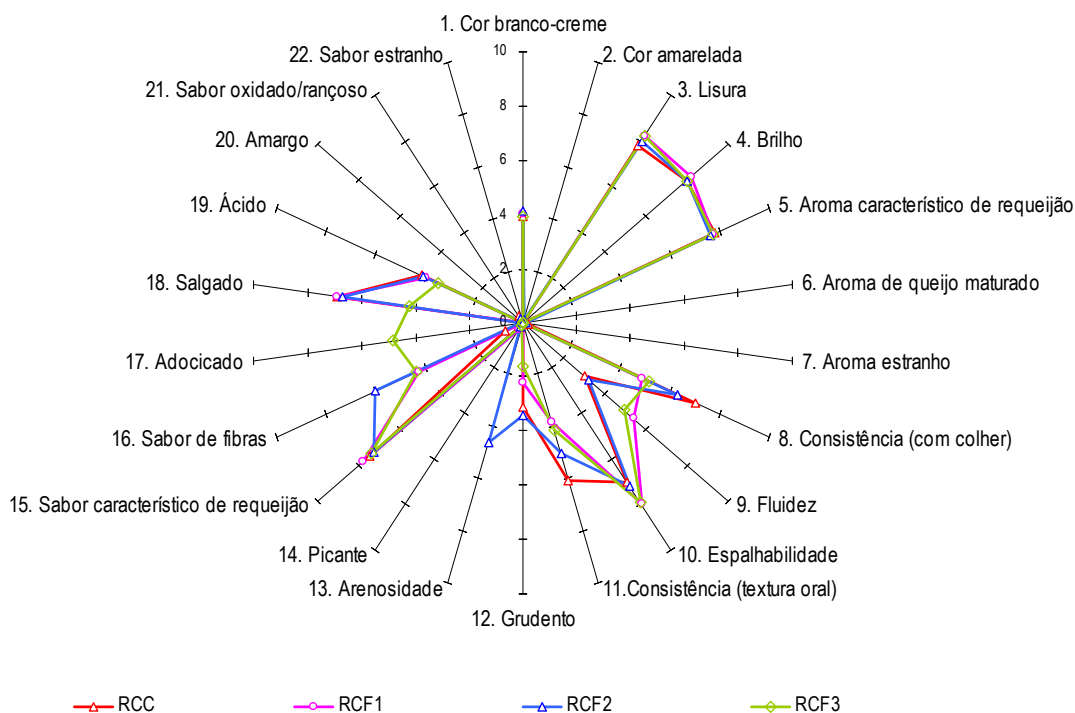


Figura 4.69. Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso light (2º Processamento) no início da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

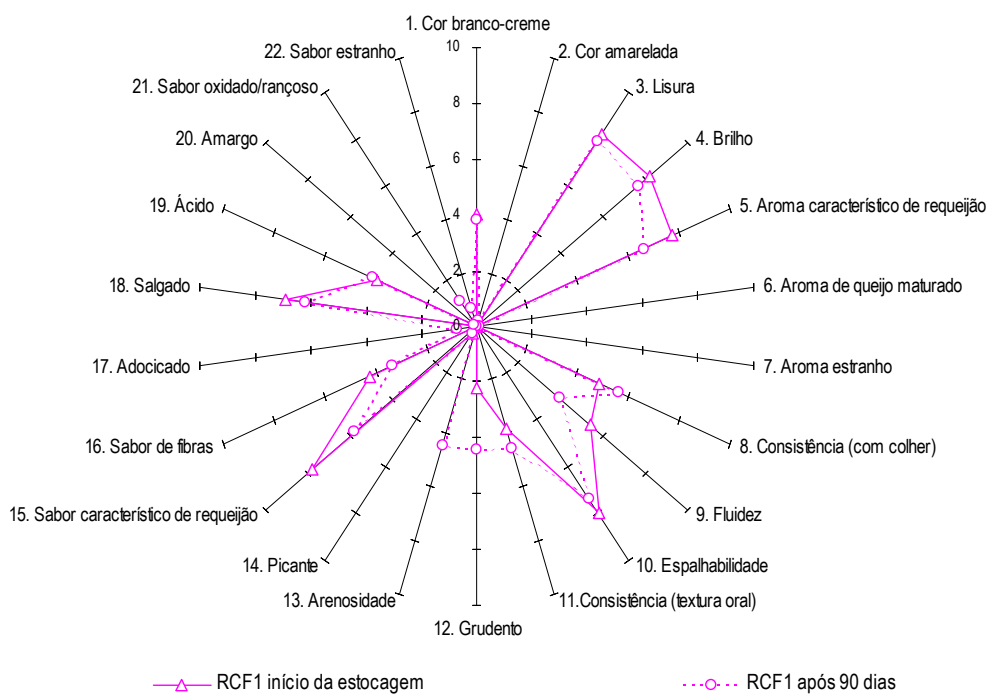


Figura 4.70. Perfil sensorial da amostra RCF1 (2º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

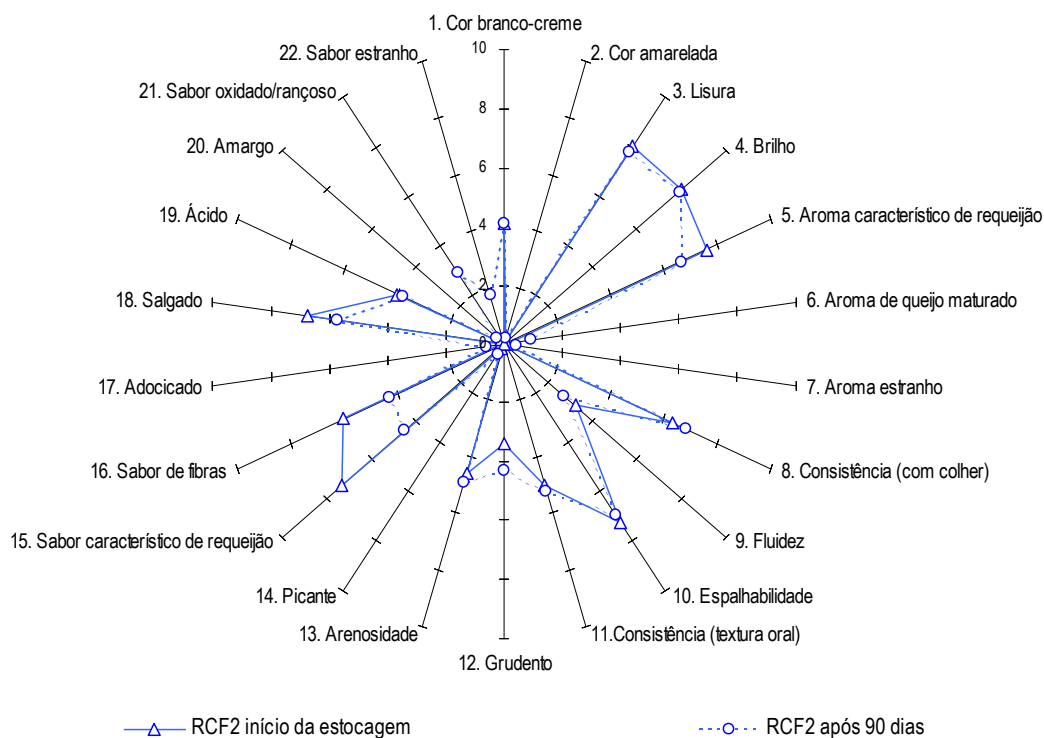


Figura 4.71. Perfil sensorial da amostra RCF2 (2º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

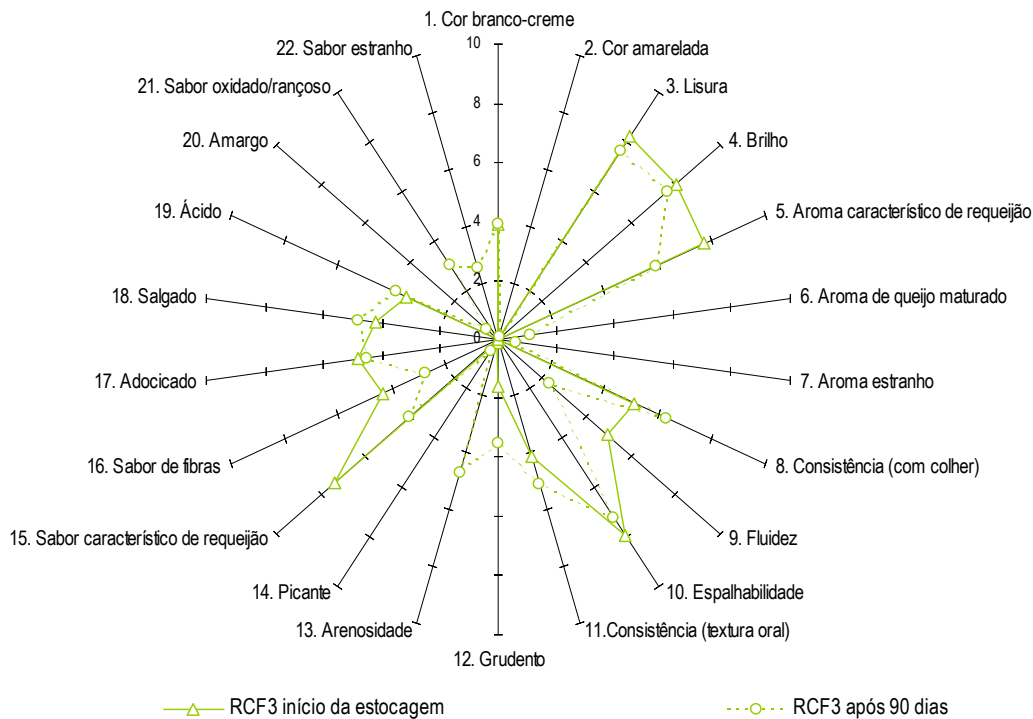


Figura 4.72. Perfil sensorial da amostra RCF3 (2º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

4.8.4. Análise Sensorial Etapa 2

Na etapa 2, foram fabricados e analisados os seguintes produtos: requeijão cremoso sem adição de gordura controle (RZC), com adição de 3,3% de Beneo®HPX (RZF1), 6,7% da mesma fibra (RZF2) e 6,7% de Beneo®Synergy1 (RZF3).

4.8.4.1. Teste de Aceitabilidade Etapa 2 – Processamento 6

Caracterização do grupo de consumidores recrutado para o teste

Um grupo de 50 consumidores de requeijão, 9 homens e 41 mulheres, com as características quanto à faixa etária e classe social apresentadas na Figura 4.73 avaliou as amostras. A frequência de consumo de requeijão e os tipos de requeijão mais consumidos são apresentados na Figura 4.74, enquanto as marcas mais consumidas e as razões de preferência pelas marcas citadas segundo o grupo de consumidores recrutado, encontram-se na Figura 4.75.

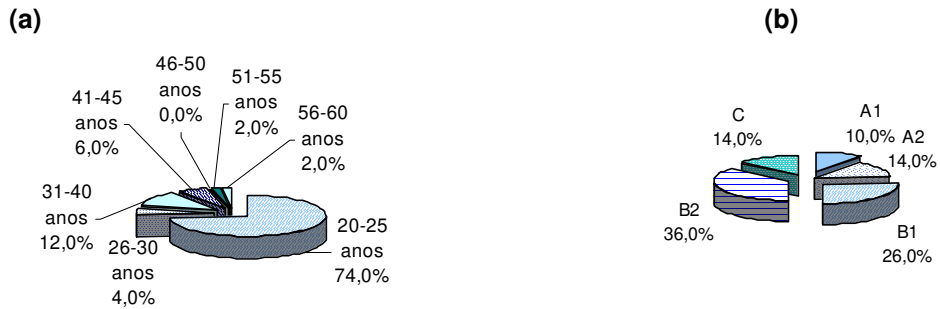


Figura 4.73. Faixa etária (a) e classe social (b) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

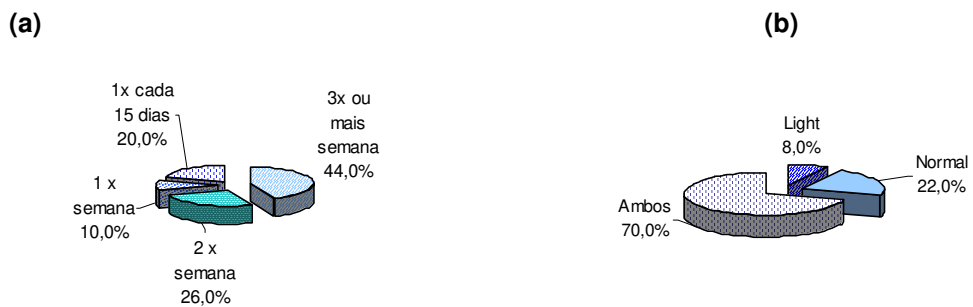


Figura 4.74. Frequência de consumo (a) e tipos de requeijão (b) mais consumidos pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

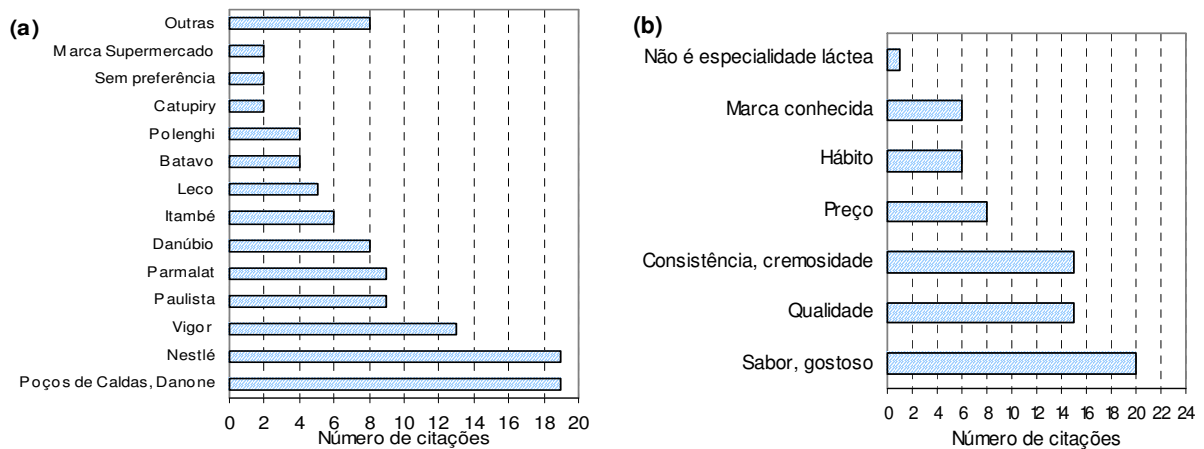


Figura 4.75. Marcas de requeijão mais consumidas (a) e razões da preferência pela marca citada (b) pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

Teste de aceitabilidade

Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor das amostras de requeijão, bem como quanto à indicação da intenção de compra são apresentados no Quadro 4.51. Verifica-se que as amostras diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$) em todos os aspectos considerados na avaliação.

Na avaliação da aceitabilidade da aparência, a amostra comercial, com média correspondente a “gostei pouco” na escala utilizada, foi menos apreciada ao nível de erro de 5% do que as demais amostras, que não diferiram entre si e obtiveram médias situadas entre “gostei muito” e “gostei”.

Em relação à aceitabilidade do aroma, a amostra RZF1, com média correspondente a “gostei” na escala utilizada, foi mais apreciada ($p < 0,05$) do que as amostras RZF2 e comercial, que diferiram entre si. A amostra RZF2, com média correspondente a “gostei pouco”, foi mais apreciada do que a amostra comercial, que obteve média correspondente a “não gostei nem desgostei” na escala utilizada. As amostras RZC e RZF3, com médias situadas entre “gostei” e “gostei pouco”, não diferiram entre si. Estas amostras também não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às amostras RZF1 e RZF2.

Quanto à textura, as amostras RZC, RZF1 e RZF3, com médias situadas entre “gostei muito e “gostei” na escala utilizada, não diferiram entre si e foram mais apreciadas ao nível de erro de 5% do que as amostras comercial e RZF2, que não diferiram entre si e obtiveram médias correspondentes a “não gostei nem desgostei”.

Na avaliação da aceitabilidade do sabor, a amostra RZF1, com média correspondente a “gostei” na escala utilizada, somente não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à amostra RZC, sendo mais apreciada do que as demais. A amostra RZF3 obteve média correspondente a “gostei pouco” estatisticamente superior ao nível de erro de 5% ao obtido pelas amostras RZF2 e comercial, que não diferiram entre si e obtiveram médias correspondentes a “não gostei nem desgostei”.

Quanto à intenção de compra, observa-se que a amostra RZF1 não diferiu da amostra RZC e obteve média correspondente a “provavelmente compraria” na escala utilizada, estatisticamente superior ao nível de erro de 5% ao obtido pelas amostras RZF2, RZF3 e comercial. O requeijão RZF3 obteve média situada entre “provavelmente compraria” e “talvez sim, talvez não compraria” superior ao obtido pelas amostras RZF2 e comercial, que não diferiram entre si e obtiveram médias correspondentes a “provavelmente não compraria”. A amostra RZC foi classificada de forma intermediária entre as amostras RZF1 e RZF3, não diferindo estatisticamente delas e obtendo média próxima a “provavelmente não compraria”, média esta superior ao nível de erro de 5% ao obtido pelas amostras RZF2 e comercial.

Quadro 4.51. Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor e indicação da intenção de compra das amostras de requeijão pelo grupo de 50 consumidores*.

Amostras	Aceitabilidade*				
	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Intenção de compra
RZC	(7,7 ± 0,8) a	(6,6 ± 1,5) ab	(7,6 ± 1,1) a	(7,0 ± 1,7) ab	(3,8 ± 1,0) ab
RZF1	(7,8 ± 0,7) a	(6,9 ± 1,2) a	(7,6 ± 1,1) a	(7,3 ± 1,3) a	(4,0 ± 0,9) a
RZF2	(7,5 ± 0,7) a	(6,3 ± 1,2) b	(5,2 ± 2,3) b	(4,9 ± 2,0) c	(2,2 ± 1,2) c
RZF3	(7,8 ± 0,7) a	(6,6 ± 1,5) ab	(7,2 ± 1,6) a	(6,2 ± 2,1) b	(3,4 ± 1,3) b
Comercial	(5,9 ± 1,6) b	(5,6 ± 1,6) c	(5,2 ± 1,9) b	(4,5 ± 2,1) c	(2,2 ± 1,1) c
d.m.s. (5%)	0,44	0,56	0,84	0,90	0,54

* Resultado expresso como média ± desvio-padrão.

d.m.s.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%.

Na Figura 4.76 são apresentadas as distribuições em frequência dos valores de escala atribuídos pelos consumidores aos produtos quanto à aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor. A Figura 4.77 mostra a distribuição relativa aos valores correspondentes à indicação da intenção de compra. No Quadro 4.52 são apresentadas as porcentagens de aceitação,

indiferença e rejeição, associadas às amostras por meio das escalas hedônicas utilizadas, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6 (acima do ponto médio), 5 (ponto médio) e de 4 a 1 (abaixo do ponto médio), respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados, da mesma forma que para a intenção de compra positiva (correspondente às porcentagens acima do ponto médio), duvidosa (no ponto médio) e negativa (abaixo do ponto médio).

Observa-se que a amostra RZF1 reúne, em geral, elevadas porcentagens de aceitação em todos os aspectos avaliados, destacando-se 92% de aceitação para o sabor, atributo em que as amostras RZF2 e comercial obtiveram em 44 e 52% de rejeição, respectivamente. Coerentemente com estas observações, verifica-se que a amostra RZF1 obteve a maior porcentagem de intenção de compra positiva entre todas as amostras, inclusive muito superior ao obtido pela amostra comercial. As amostras comercial e RZF2 destacam-se negativamente também pela elevada porcentagem de rejeição quanto à textura, atributo em que as amostras RZC, RZF1 e RZF3 obtiveram elevadas porcentagens de aceitação.

Quadro 4.52. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de requeijão.

Aceitabilidade		Amostras				
		RZC	RZF1	RZF2	RZF3	Comercial
Aparência	Aceitação (%)	100	100	98	100	66
	Indiferença (%)	0	0	2	0	10
	Rejeição (%)	0	0	0	0	24
Aroma	Aceitação (%)	70	82	72	72	56
	Indiferença (%)	22	18	22	24	18
	Rejeição (%)	8	0	6	4	26
Textura	Aceitação (%)	96	96	54	90	56
	Indiferença (%)	2	0	4	0	6
	Rejeição (%)	2	4	42	10	38
Sabor	Aceitação (%)	86	92	52	74	42
	Indiferença (%)	0	4	4	6	6
	Rejeição (%)	14	4	44	20	52
Intenção de compra	Positiva (%)	66	74	16	54	14
	Duvidosa (%)	18	18	18	24	24
	Negativa (%)	16	8	66	22	62

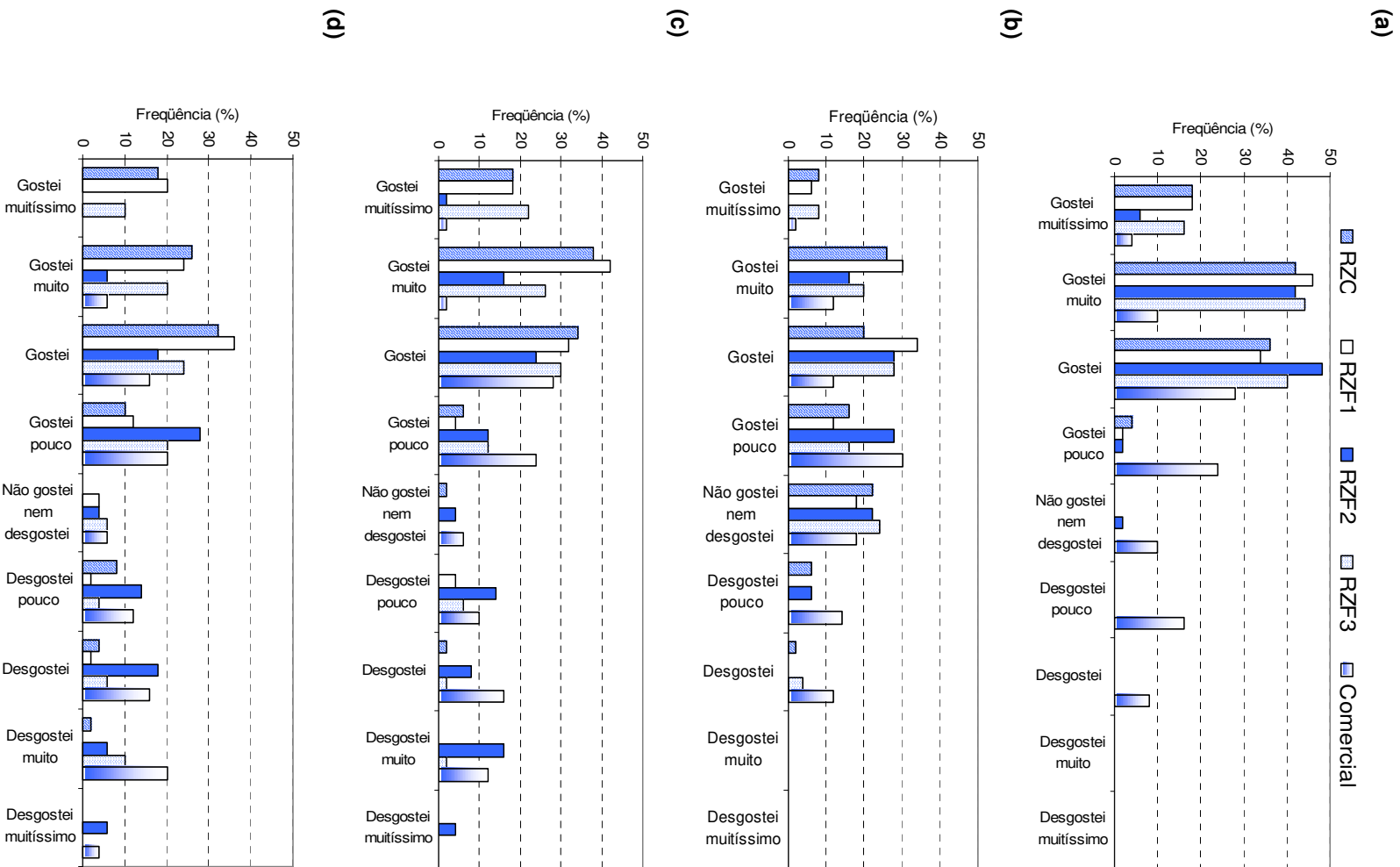


Figura 4.76 Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à aceitabilidade da aparência (a), do aroma (b), da textura (c) e do sabor (d).

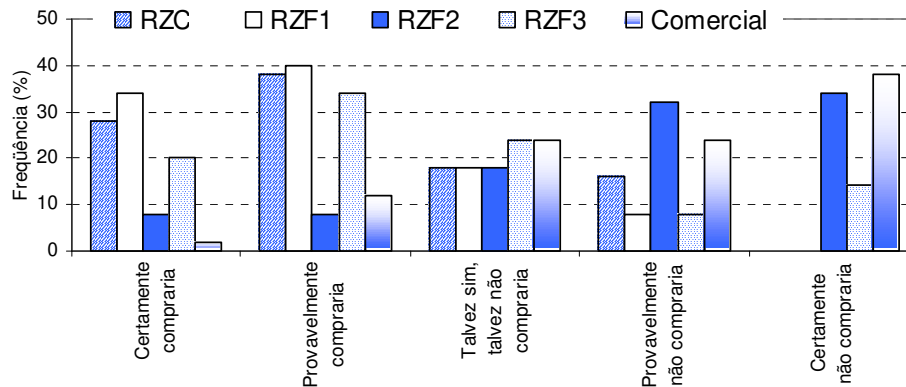


Figura 4.77. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à intenção de compra.

A descrição do que cada consumidor gostou e desgostou é apresentada no Quadro 4.53. Verifica-se que as amostras RZF1, RZC e RZF3 receberam alta frequência de menções positivas em relação ao sabor, havendo destaque positivo também para a textura das amostras RZC e RZF1. Há elevada frequência de citações positivas em relação à aparência das amostras RZF2, RZC e RZF3. Para a amostra comercial, o maior número de menções positivas diz respeito à aparência. Na amostra RZF1, 28% dos consumidores consultados indicaram ter gostado de tudo.

Quanto às razões de desgosto, verifica-se que as maiores frequências de citações negativas dizem respeito à textura da amostra RZF2, considerada farinhenta/arenosa por 44% dos consumidores consultados, e ao sabor da amostra comercial.

Quadro 4.53. Descrição do que cada consumidor gostou e desgostou em relação às amostras de requeijão (números indicam a frequência com que foram citados).

Amostras					
	RZC	RZF1	RZF2	RZF3	Comercial
Gostou					
Textura (em geral)	18	20	11	16	8
Consistência (em geral)	9	7	7	8	5
Cremosidade	2	2	1	2	0
Homogeneidade	0	1	0	0	0
Total de menções positivas sobre a textura	29	30	19	26	13
Sabor (em geral)	25	22	6	15	7
Sabor azedinho	0	0	0	0	3
Sabor de queijo	0	0	0	0	1
Acidez	0	1	0	0	0
Total de menções positivas sobre o sabor	25	23	6	15	11
Aparência (em geral)	17	11	22	16	7
Cor (em geral)	3	1	4	4	7
Brilho	4	1	2	2	0
Total de menções positivas sobre a aparência	24	13	28	22	14
Aroma	6	1	4	1	0
Amostras					
	RZC	RZF1	RZF2	RZF3	Comercial
Desgostou					
Textura arenosa	0	0	22	1	0
Textura (em geral)	1	0	10	2	13
Consistência	1	0	4	2	3
Grudento	1	3	1	1	0
Mal homogeneizado	0	0	1	0	0
Total de menções negativas sobre a textura	3	3	38	6	16
Sabor (em geral)	9	10	11	9	16
Sabor de iogurte natural	0	0	3	1	9
Gosto ácido	0	2	0	0	7
Gosto doce	0	1	0	7	0
Sabor estranho (terra, residual ruim)	0	0	6	0	0
Sabor forte	0	0	0	0	5
Sabor de leite/queijo azedo	0	1	0	3	1
Sem sabor, sem aroma	0	0	4	0	0
Total de menções negativas sobre o sabor	9	14	24	20	38
Aparência (em geral)	0	1	1	0	6
Cor (em geral)	0	1	0	0	2
Total de menções negativas sobre a aparência	0	2	1	0	8
Aroma	7	9	3	3	4
Gostou de tudo	6	14	1	7	0
Desgostou de tudo	1	0	1	0	8

4.8.4.2. Comparação entre as Características Sensoriais das Amostras de Requeijão Cremoso Obtidas na Etapa 2

ADQ das amostras de requeijão light obtidas no Processamento 6 durante a estocagem

Os valores médios obtidos são apresentados no Quadro 4.54 enquanto o perfil sensorial das amostras logo após o processamento é apresentado na Figura 4.78 e os perfis iniciais em comparação com os finais à estocagem são apresentados nas Figuras 4.79 a 4.81 para as amostras RZF1, RZF2 e RZF3, respectivamente.

Verifica-se que algumas diferenças estatisticamente ao nível de erro de 5% entre amostras com fibra e a amostra sem fibra (RZC), considerada como referência, foram detectadas desde o início da estocagem e mantiveram-se durante o estudo para os seguintes atributos:

- consistência não oral: amostra RZF3 menos consistente do que RZC;
- consistência oral: amostra RZF3 menos consistente do que RZC;
- textura oral grudenta: amostra RZF2 mais grudenta do que RZC;
- arenosidade: amostra RZF2 mais arenosa do que RZC;
- sabor característico: amostras RZF2 e RZF3 com menor intensidade do que RZC;
- sabor de fibras: amostras RZF2 e RZF3 com maior intensidade do que RZC;
- sabor adocicado: amostra RZF3 com maior intensidade do que RZC;
- gosto salgado: amostra RZF3 com menor intensidade do que RZC.

Como efeito da estocagem, observam-se de forma sistemática as seguintes alterações significativas ($p < 0,05$) nas amostras com fibra em relação à amostra sem fibra:

- amostra RZF1: aroma característico menos intenso a partir de 75 dias, menor fluidez a partir de 75 dias, textura oral mais grudenta a partir de 75 dias de estocagem, maior arenosidade a partir de 45 dias, aroma característico menos

intenso a partir de 75 dias, sabor de fibra mais intenso a partir de 45 dias, sabor oxidado/rançoso a partir de 75 dias;

- amostra RZF2: aroma característico menos intenso a partir de 45 dias, mais picante aos 90 dias, sabor oxidado/rançoso a partir de 45 dias e sabor estranho a partir de 75 dias descrito como azedo;

- amostra RZF3: cor mais amarelada a partir de 30 dias, aroma característico menos intenso a partir de 75 dias, maior arenosidade a partir de 30 dias, sabor oxidado/rançoso e sabor estranho a partir de 60 dias.

Mesmo que um alimento esteja preservado e bem embalado, não será estável indefinidamente. Cada sistema se deteriora a uma certa velocidade até atingir um ponto inaceitável. A inaceitabilidade não quer dizer que o alimento esteja totalmente deteriorado, mas que o padrão de qualidade preestabelecido para ele foi ultrapassado (LABUZA, 1982 apud LIMA, 2002).

Observando as alterações sensoriais ocorridas durante o armazenamento, sugere-se uma vida-de-prateleira de 60 dias para a amostra RZF1 devido sabor oxidado/rançoso a partir de 75 dias. Para a amostra RZF3, o mesmo tempo de vida-de-prateleira é sugerido devido ao sabor oxidado/rançoso e ao sabor estranho que esta amostra apresentou a partir de 60 dias. Já para a amostra RZF2, a vida-de-prateleira deve ser menor, pois foram detectados sabor oxidado/rançoso a partir de 45 dias e sabor estranho a partir de 75 dias descrito como azedo. Portanto, para este produto sugere-se vida-de-prateleira de 45 dias.

Quadro 4.54. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão sem gordura obtidas no 6º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem.*

Atributos	Amostra	Tempo após a produção (dias)					
		1	30	45	60	75	90
Aparência							
1. Cor branco-creme	Referência	4,6 ± 0,3 a	4,6 ± 0,4 a	4,5 ± 0,2 a	4,6 ± 0,2 a	4,5 ± 0,1 a	4,5 ± 0,1 a
	RZF1	4,4 ± 0,3 a	4,5 ± 0,4 a	4,5 ± 0,1 a	4,7 ± 0,5 a	4,5 ± 0,6 a	4,5 ± 0,5 a
	RZF2	4,4 ± 0,5 a	4,5 ± 0,4 a	4,7 ± 0,5 a	4,8 ± 0,7 a	4,6 ± 0,3 a	4,8 ± 0,7 a
	RZF3	4,6 ± 0,3 a	4,3 ± 0,6 a	4,7 ± 0,4 a	4,6 ± 1,0 a	5,1 ± 0,9 b	4,6 ± 0,9 a
	d.m.s.	0,37	0,43	0,36	0,54	0,47	0,46
2. Cor amarelada	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,4 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,4 a
	RZF1	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,7 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,3 a	0,5 ± 0,8 a	0,4 ± 0,4 a
	RZF2	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 0,7 a	0,4 ± 0,7 a	0,6 ± 1,0 a	0,5 ± 0,8 a	0,8 ± 1,1 a
	RZF3	0,3 ± 0,4 a	1,2 ± 1,0 b	0,6 ± 0,9 b	1,1 ± 1,0 b	0,7 ± 0,7 b	1,1 ± 1,0 b
	d.m.s.	0,25	0,71	0,54	0,73	0,53	0,71
3. Lisura	Referência	8,8 ± 0,7 a	8,9 ± 0,4 a	8,9 ± 0,2 a	8,9 ± 0,2 a	8,9 ± 0,2 a	8,8 ± 0,3 a
	RZF1	8,9 ± 0,2 a	8,6 ± 0,6 a	8,7 ± 0,5 a	8,8 ± 0,3 a	8,8 ± 0,4 a	8,3 ± 0,9 a
	RZF2	8,3 ± 1,5 a	8,1 ± 1,2 b	8,7 ± 0,7 a	8,8 ± 0,4 a	8,6 ± 0,9 a	8,4 ± 0,7 a
	RZF3	8,9 ± 0,1 a	8,4 ± 1,0 a	8,8 ± 0,4 a	8,6 ± 0,6 a	8,6 ± 0,7 a	8,7 ± 0,4 a
	d.m.s.	0,87	0,64	0,38	0,32	0,49	0,45
4. Brilho	Referência	7,0 ± 0,2 a	6,9 ± 0,3 a	7,1 ± 0,2 a	7,0 ± 0,2 a	6,9 ± 0,3 a	6,9 ± 0,3 a
	RZF1	7,0 ± 0,1 a	6,9 ± 0,2 a	6,9 ± 0,2 a	7,0 ± 0,2 a	6,9 ± 0,2 a	6,6 ± 0,4 a
	RZF2	7,0 ± 0,3 a	6,7 ± 0,4 a	6,7 ± 0,4 b	6,8 ± 0,3 a	6,7 ± 0,6 a	6,8 ± 0,3 a
	RZF3	6,8 ± 0,4 a	6,8 ± 0,5 a	6,9 ± 0,4 a	6,8 ± 0,6 a	7,1 ± 0,4 a	6,8 ± 0,5 a
	d.m.s.	0,26	0,34	0,29	0,31	0,36	0,33
Aroma							
5. Característico de requeijão	Referência	5,1 ± 0,2 a	5,0 ± 0,3 a	5,0 ± 0,2 a	4,9 ± 0,3 a	5,0 ± 0,3 a	4,9 ± 0,3 a
	RZF1	4,9 ± 0,3 a	4,7 ± 0,4 a	4,7 ± 0,3 a	4,6 ± 0,6 a	4,4 ± 0,9 b	4,2 ± 0,8 b
	RZF2	4,8 ± 0,4 a	4,4 ± 0,9 a	4,6 ± 0,5 b	4,4 ± 0,6 b	4,2 ± 0,9 b	4,2 ± 0,8 b
	RZF3	4,6 ± 0,5 b	4,4 ± 0,7 b	4,7 ± 0,4 a	4,5 ± 0,6 a	4,4 ± 0,9 b	4,2 ± 0,8 b
	d.m.s.	0,33	0,61	0,33	0,50	0,54	0,50
6. Queijo maturado	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,5 a	0,2 ± 0,4 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,1 a
	RZF1	0,1 ± 0,2 a	0,2 ± 0,6 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,3 a	0,6 ± 1,2 a	0,6 ± 1,1 a
	RZF2	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,8 a	0,1 ± 0,3 a	0,6 ± 0,9 a	0,6 ± 1,2 a	0,6 ± 0,7 a
	RZF3	0,1 ± 0,3 a	0,6 ± 1,3 b	0,1 ± 0,3 a	0,7 ± 1,0 a	0,4 ± 1,0 a	0,6 ± 1,0 a
	d.m.s.	0,18	0,57	0,34	0,60	0,54	0,68
7. Estranho	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a
	RZF1	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,1 a	0,3 ± 0,4 a	0,2 ± 0,4 a	0,5 ± 1,3 a
	RZF2	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,7 a	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,7 a	0,4 ± 0,8 a	0,1 ± 0,2 a
	RZF3	0,0 ± 0,1 a	0,5 ± 0,9 a	0,0 ± 0,1 a	0,3 ± 0,5 a	0,7 ± 1,4 a	0,7 ± 1,1 a
	d.m.s.	0,03	0,51	0,08	0,46	0,79	0,71

Quadro 4.54. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão sem gordura obtidas no 6º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (cont.).*

Atributos	Amostra	Tempo após a produção (dias)					
		1	30	45	60	75	90
Textura não oral							
8. Consistência	Referência	6,9 ± 0,2 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,2 a	6,8 ± 0,3 a	6,9 ± 0,3 a	6,9 ± 0,2 a
	RZF1	7,1 ± 0,3 a	6,9 ± 0,6 a	7,0 ± 0,4 a	7,1 ± 0,4 a	6,8 ± 0,6 a	6,8 ± 0,8 a
	RZF2	6,9 ± 0,5 a	7,1 ± 0,9 a	7,1 ± 0,5 a	6,9 ± 0,4 a	7,1 ± 0,5 a	7,0 ± 0,7 a
	RZF3	6,1 ± 0,8 b	5,9 ± 0,9 b	6,2 ± 0,4 b	5,7 ± 0,7 b	5,7 ± 1,0 b	6,2 ± 0,7 b
	d.m.s	0,44	0,74	0,34	0,43	0,66	0,55
9. Fluidez	Referência	7,7 ± 0,9 a	7,8 ± 0,6 a	7,9 ± 0,2 a	7,6 ± 0,5 a	8,0 ± 0,1 a	7,8 ± 0,2 a
	RZF1	7,9 ± 0,4 a	7,8 ± 0,3 a	7,9 ± 0,3 a	6,9 ± 1,3 a	7,3 ± 0,6 b	6,8 ± 1,5 b
	RZF2	7,2 ± 1,7 a	6,9 ± 2,0 a	7,3 ± 0,9 b	7,3 ± 0,7 a	7,5 ± 0,6 b	7,3 ± 0,9 a
	RZF3	7,7 ± 0,6 a	8,1 ± 0,6 a	7,8 ± 0,7 a	7,7 ± 1,3 a	8,3 ± 0,4 a	7,6 ± 0,8 a
	d.m.s	0,98	1,11	0,58	0,96	0,45	0,75
10. Espalhabilidade	Referência	7,4 ± 0,4 a	7,4 ± 0,2 a	7,4 ± 0,2 a	7,3 ± 0,4 a	7,4 ± 0,3 a	7,3 ± 0,3 a
	RZF1	7,4 ± 0,4 a	7,2 ± 0,5 a	7,5 ± 0,2 a	6,9 ± 0,8 a	7,0 ± 0,5 a	6,8 ± 0,7 a
	RZF2	6,9 ± 1,0 a	7,1 ± 0,5 a	6,9 ± 0,8 a	6,9 ± 0,8 a	7,0 ± 0,7 a	6,9 ± 1,1 a
	RZF3	7,6 ± 0,5 a	7,7 ± 0,7 a	7,6 ± 0,5 a	7,4 ± 1,0 a	7,8 ± 0,3 a	7,3 ± 0,7 a
	d.m.s	0,58	0,51	0,50	0,68	0,49	0,60
Textura oral / sensação na boca							
11. Consistência	Referência	7,0 ± 0,1 a	6,9 ± 0,3 a	6,9 ± 0,4 a	6,8 ± 0,3 a	6,9 ± 0,2 a	6,9 ± 0,3 a
	RZF1	7,2 ± 0,3 a	6,8 ± 0,4 a	7,1 ± 0,4 a	6,9 ± 0,7 a	7,1 ± 0,7 a	6,8 ± 0,9 a
	RZF2	6,7 ± 0,6 a	6,7 ± 0,8 a	6,8 ± 1,0 a	6,9 ± 0,7 a	6,8 ± 0,8 a	6,6 ± 0,7 a
	RZF3	6,0 ± 1,0 b	5,8 ± 1,0 b	5,9 ± 0,7 b	5,8 ± 0,7 b	6,0 ± 1,0 b	6,1 ± 0,5 b
	d.m.s	0,59	0,65	0,53	0,54	0,67	0,52
12. Grudento	Referência	5,1 ± 0,4 a	5,0 ± 0,3 a	4,9 ± 0,6 a	5,0 ± 0,1 a	5,0 ± 0,2 a	5,0 ± 0,2 a
	RZF1	5,1 ± 0,3 a	5,1 ± 0,5 a	5,9 ± 0,8 a	5,8 ± 1,2 a	5,8 ± 1,5 b	6,3 ± 1,2 b
	RZF2	6,2 ± 1,2 b	6,2 ± 1,5 b	6,4 ± 1,1 b	6,4 ± 1,7 b	6,4 ± 1,3 b	6,3 ± 0,9 b
	RZF3	4,5 ± 1,1 a	5,6 ± 0,8 a	5,1 ± 1,3 b	5,3 ± 1,5 a	5,0 ± 1,4 a	5,4 ± 1,3 a
	d.m.s	0,75	0,71	0,73	0,92	0,79	0,79
13. Arenosidade	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,4 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,1 a
	RZF1	0,3 ± 0,5 a	1,2 ± 1,6 a	2,1 ± 1,7 b	1,9 ± 1,4 b	3,5 ± 1,8 b	2,8 ± 1,6 b
	RZF2	4,7 ± 1,2 b	5,4 ± 1,2 b	5,7 ± 1,3 b	4,6 ± 1,4 b	5,2 ± 1,9 b	4,7 ± 1,8 b
	RZF3	0,2 ± 0,4 a	1,4 ± 1,4 b	1,7 ± 2,0 b	1,4 ± 1,2 b	3,0 ± 1,9 b	2,4 ± 1,7 b
	d.m.s	0,71	1,08	1,26	1,10	1,39	1,28
14. Picante	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,5 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,3 ± 0,7 a
	RZF1	0,1 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 0,8 a	0,3 ± 0,7 a	0,5 ± 1,0 a	1,3 ± 1,5 b
	RZF2	0,3 ± 0,9 a	0,5 ± 0,9 a	0,4 ± 0,6 a	0,4 ± 0,6 a	0,7 ± 1,0 a	1,3 ± 1,4 b
	RZF3	0,2 ± 0,4 a	0,4 ± 0,9 a	0,2 ± 0,4 a	0,4 ± 0,6 a	0,5 ± 1,1 a	1,0 ± 1,4 a
	d.m.s	0,50	0,68	0,49	0,44	0,68	0,85

Quadro 4.54. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão sem gordura obtidas no 6º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (cont.).*

		Tempo após a produção (dias)					
Atributos	Amostra	1	30	45	60	75	90
Sabor / gosto							
15. Característico de requeijão	Referência	5,5 ± 0,2 a	5,4 ± 0,4 a	5,4 ± 0,4 a	5,3 ± 0,2 a	5,3 ± 0,4 a	5,2 ± 0,5 a
	RZF1	5,4 ± 0,3 a	5,2 ± 0,5 a	4,2 ± 0,8 b	4,7 ± 0,7 a	3,8 ± 0,7 b	4,0 ± 1,0 b
	RZF2	4,6 ± 0,6 b	3,6 ± 1,2 b	3,8 ± 0,8 b	4,2 ± 1,4 b	3,7 ± 0,8 b	3,8 ± 0,6 b
	RZF3	3,8 ± 1,2 b	4,0 ± 1,4 b	4,0 ± 1,0 b	4,1 ± 0,8 b	3,5 ± 0,8 b	3,9 ± 1,1 b
	d.m.s	0,72	0,95	0,67	0,84	0,62	0,59
16. Fibras	Referência	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,5 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,2 a
	RZF1	0,1 ± 0,3 a	0,3 ± 0,6 a	1,6 ± 1,3 b	1,5 ± 1,6 b	3,4 ± 1,2 b	2,8 ± 1,5 b
	RZF2	4,5 ± 0,7 b	4,1 ± 2,2 b	4,1 ± 2,2 b	3,6 ± 1,8 b	4,6 ± 1,5 b	3,5 ± 1,9 b
	RZF3	1,4 ± 2,0 b	1,4 ± 1,7 a	2,4 ± 1,8 b	1,3 ± 1,1 b	2,3 ± 2,2 b	1,9 ± 1,7 b
	d.m.s	1,12	1,47	1,49	1,20	1,23	1,41
17. Adocicado	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a
	RZF1	0,2 ± 0,3 a	0,1 ± 0,4 a	0,7 ± 1,1 a	0,5 ± 0,8 a	1,1 ± 1,4 b	0,8 ± 1,1 a
	RZF2	0,7 ± 0,9 a	0,7 ± 0,9 a	0,8 ± 0,8 a	1,1 ± 1,2 b	0,8 ± 1,3 a	0,9 ± 1,3 a
	RZF3	5,5 ± 1,3 b	4,0 ± 2,2 b	4,6 ± 1,7 b	3,8 ± 1,1 b	4,9 ± 0,9 b	3,9 ± 1,9 b
	d.m.s	0,99	1,19	1,10	0,94	1,02	1,20
18. Salgado	Referência	5,9 ± 0,3 a	5,9 ± 0,3 a	6,2 ± 0,5 a	5,8 ± 0,2 a	6,0 ± 0,1 a	5,9 ± 0,1 a
	RZF1	6,0 ± 0,5 a	5,9 ± 0,2 a	5,7 ± 0,4 a	5,6 ± 0,5 a	5,1 ± 1,0 a	5,9 ± 0,6 a
	RZF2	5,6 ± 0,5 a	5,3 ± 0,7 a	5,5 ± 0,7 a	5,1 ± 1,0 b	5,2 ± 0,8 a	5,0 ± 1,5 a
	RZF3	3,9 ± 1,9 b	4,0 ± 1,6 b	4,2 ± 1,4 b	4,1 ± 1,3 b	3,9 ± 1,9 b	4,2 ± 1,3 b
	d.m.s	1,04	0,87	0,86	0,78	1,10	0,99
19. Ácido	Referência	3,1 ± 0,4 a	3,1 ± 0,5 a	3,2 ± 0,6 a	3,1 ± 0,2 a	3,2 ± 0,4 a	3,2 ± 0,2 a
	RZF1	3,0 ± 0,3 a	3,2 ± 0,4 a	3,4 ± 0,6 a	3,0 ± 0,4 a	2,9 ± 0,7 a	3,5 ± 0,9 a
	RZF2	3,1 ± 0,7 a	2,7 ± 0,5 a	2,7 ± 0,8 a	2,8 ± 0,7 a	3,0 ± 0,8 a	3,6 ± 1,0 a
	RZF3	2,8 ± 1,1 a	3,3 ± 1,1 a	2,8 ± 0,4 a	3,0 ± 0,6 a	3,0 ± 0,6 a	3,3 ± 0,9 a
	d.m.s	0,74	0,64	0,63	0,45	0,58	0,59
20. Amargo	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,2 a	0,2 ± 0,5 a	0,3 ± 0,8 a	0,1 ± 0,2 a
	RZF1	0,0 ± 0,0 a	0,5 ± 0,8 a	0,3 ± 0,8 a	0,2 ± 0,6 a	0,6 ± 1,1 a	0,4 ± 0,7 a
	RZF2	0,3 ± 0,7 a	0,5 ± 0,8 a	0,3 ± 0,5 a	0,5 ± 0,8 a	0,5 ± 0,8 a	0,4 ± 0,6 a
	RZF3	0,1 ± 0,3 a	0,5 ± 0,9 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,3 a	0,3 ± 0,6 a	0,4 ± 1,0 a
	d.m.s	0,35	0,65	0,49	0,51	0,62	0,56

Quadro 4.54. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão sem gordura obtidas no 6º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (cont.).*

Atributos	Amostra	Tempo após a produção (dias)					
		1	30	45	60	75	90
21. Oxidado/ rançoso	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,3 ± 0,9 a	0,3 ± 0,7 a	0,3 ± 0,4 a	0,1 ± 0,2 a
	RZF1	0,0 ± 0,0 a	0,5 ± 1,1 a	0,8 ± 1,5 a	1,1 ± 1,3 a	1,8 ± 1,2 b	2,3 ± 1,5 b
	RZF2	0,3 ± 0,9 a	1,3 ± 1,5 a	1,3 ± 1,9 b	1,7 ± 1,6 b	1,8 ± 1,0 b	2,0 ± 1,4 b
	RZF3	0,4 ± 1,2 a	1,4 ± 2,5 b	0,9 ± 1,4 a	1,8 ± 1,8 b	1,6 ± 1,4 b	2,3 ± 2,1 b
	d.m.s	0,75	1,20	1,03	1,05	0,65	0,99
22. Estranho	Referência	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,2 a	0,6 ± 1,2 a	0,3 ± 0,7 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a
	RZF1	0,0 ± 0,0 a	0,4 ± 0,9 a	0,5 ± 1,3 a	1,2 ± 1,5 a	0,9 ± 1,4 a	1,2 ± 1,9 a
	RZF2	0,5 ± 1,1 a	1,3 ± 2,3 a	1,4 ± 2,3 a	1,1 ± 1,8 a	1,4 ± 2,3 b	1,4 ± 2,1 b
	RZF3	0,2 ± 0,6 a	1,6 ± 2,8 b	0,9 ± 1,6 a	0,9 ± 1,7 a	0,8 ± 1,8 a	1,4 ± 2,5 a
	d.m.s	0,65	1,38	1,16	1,18	1,07	1,26

* 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 dos valores da amostra Referência (RZC) ao nível de erro de 5%.

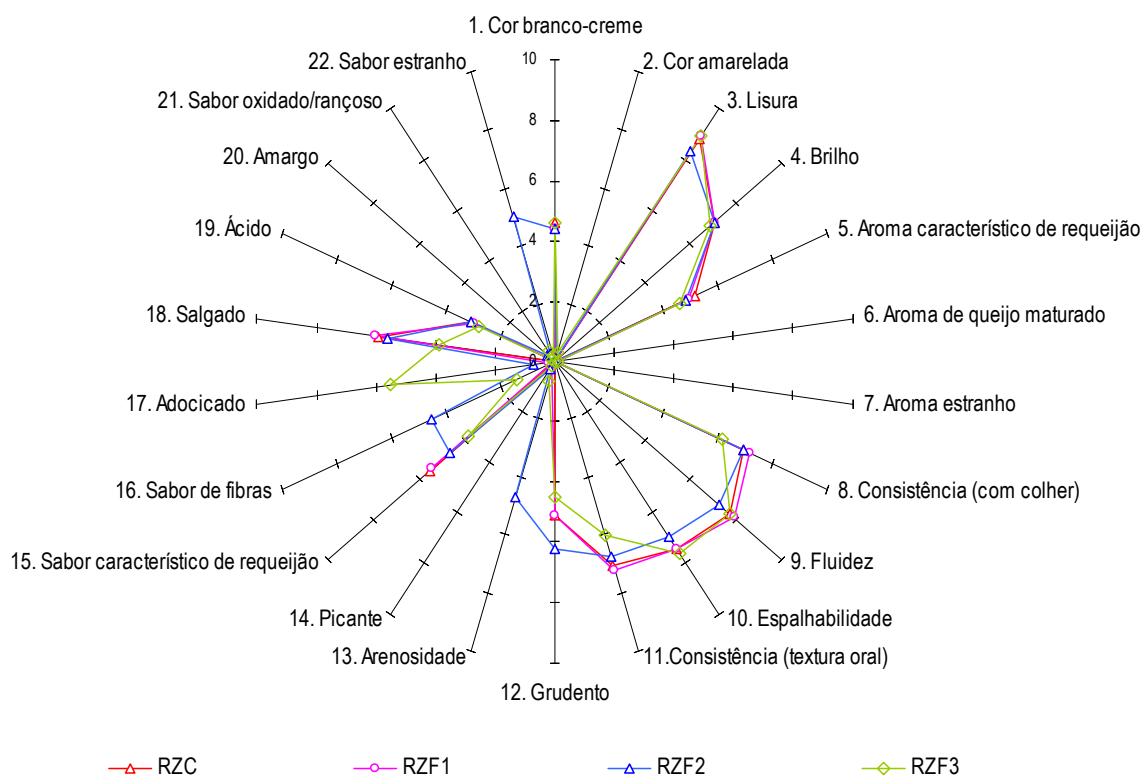


Figura 4.78. Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso sem gordura (6º Processamento) no início da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

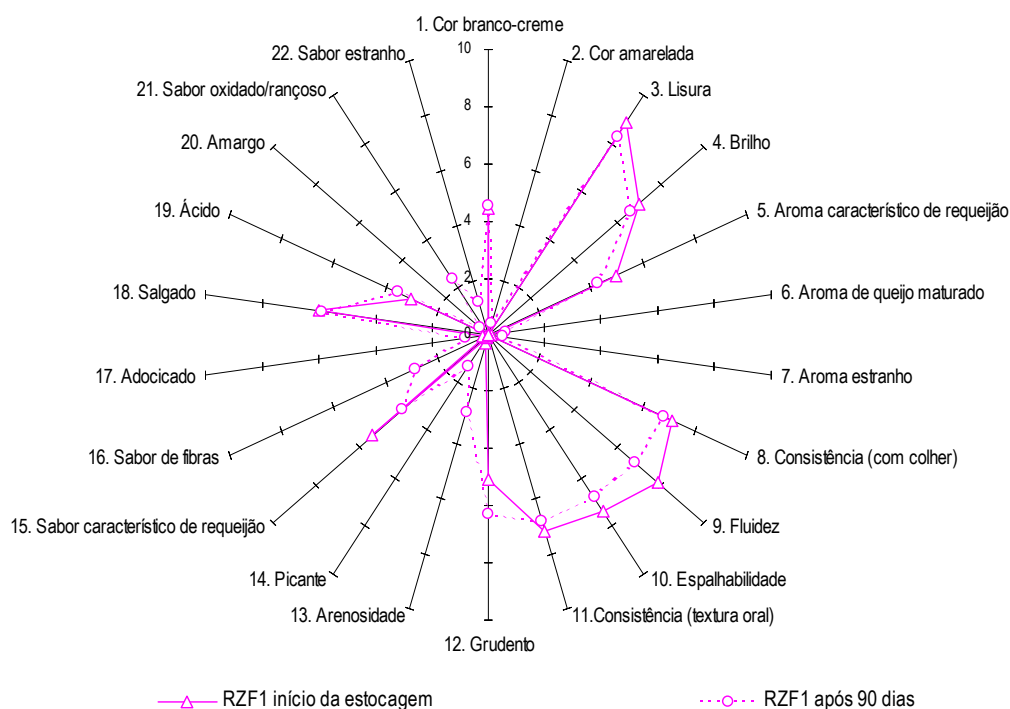


Figura 4.79. Perfil sensorial da amostra RZF1 (6^o Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

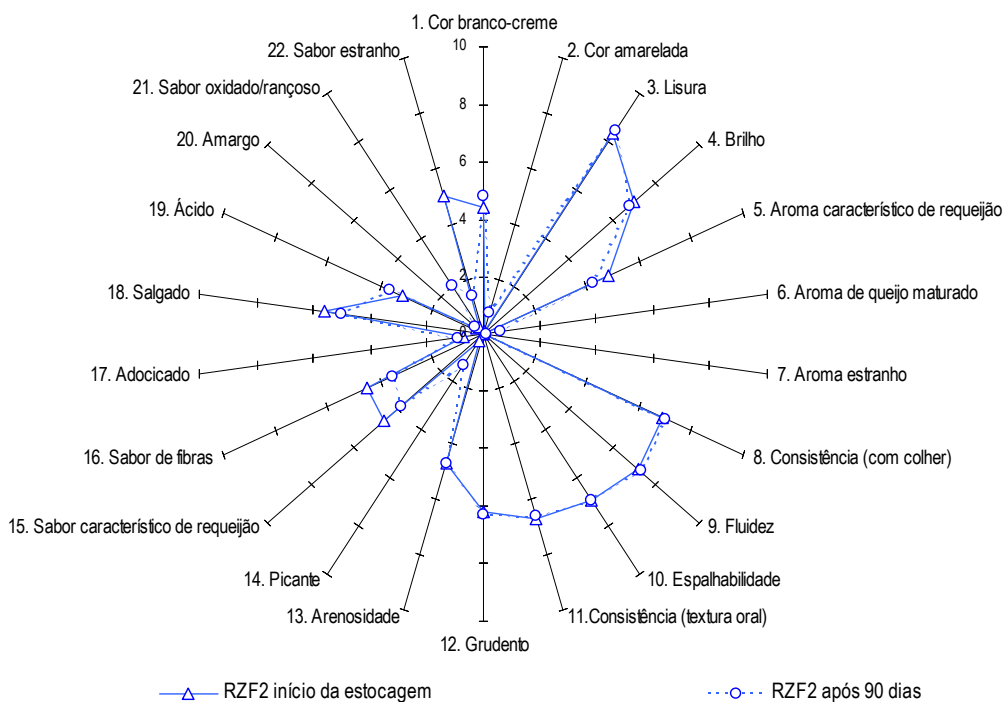


Figura 4.80. Perfil sensorial da amostra RZF2 (6^o Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

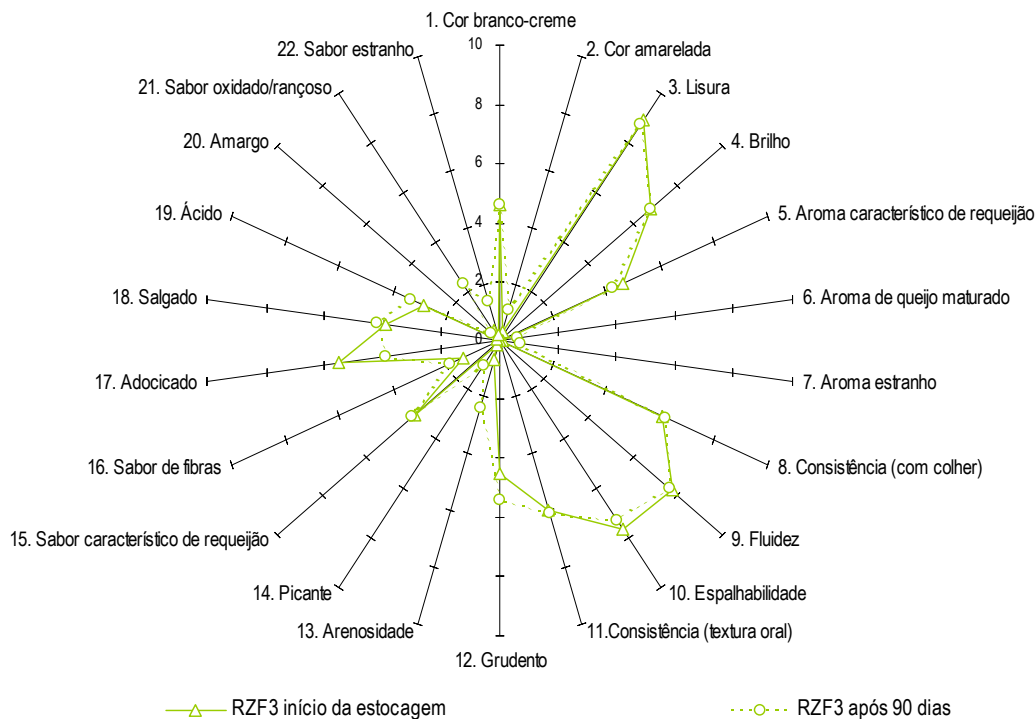


Figura 4.81. Perfil sensorial da amostra RZF3 (6º Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

4.8.5. Análise Sensorial Etapa 3

Na etapa 3, foram fabricados e analisados os seguintes produtos: requeijão cremoso light controle sem adição de fibra (RCC), com adição de 3,3% de Litesse® (RCF4) e com 3,3% de NutraFlora® (RCF5).

4.8.5.1. Teste de Aceitabilidade Etapa 3 – Processamento 9

Caracterização do grupo de consumidores recrutado para o teste

Um grupo de 50 consumidores de requeijão avaliou as amostras, 10 homens e 40 mulheres, com as características quanto à faixa etária e classe social apresentadas na Figura 4.82. A frequência de consumo de requeijão e os tipos de requeijão mais consumidos são apresentados na Figura 4.83, enquanto as marcas mais consumidas e as razões de preferência pelas marcas citadas segundo o grupo de consumidores recrutado, encontram-se na Figura 4.84.

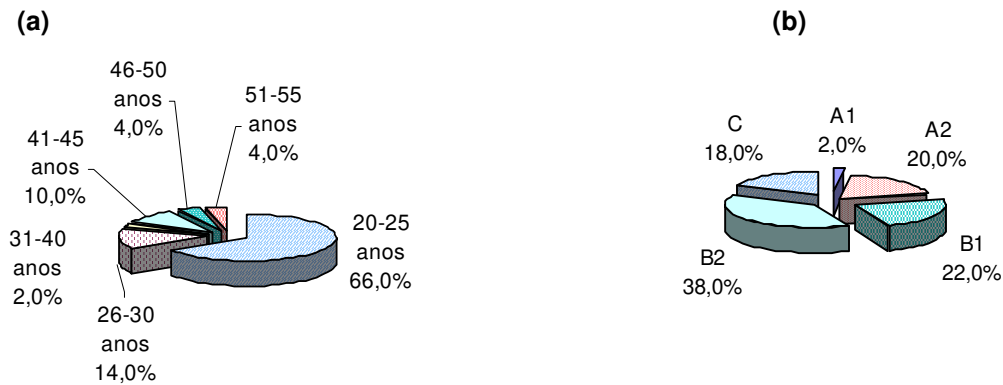


Figura 4.82. Faixa etária (a) e classe social (b) do grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

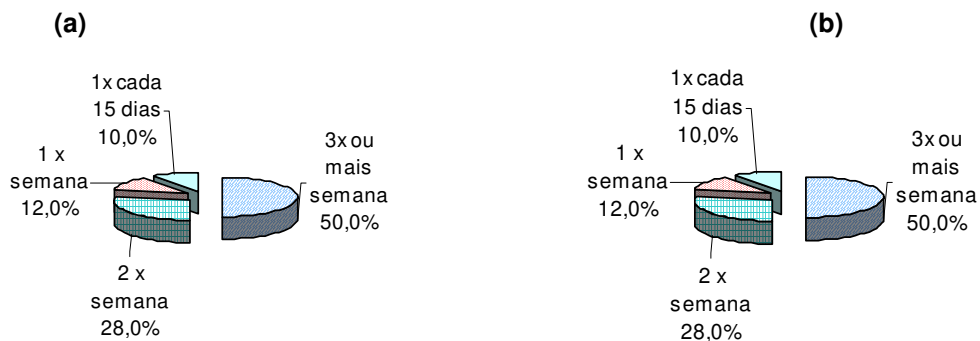


Figura 4.83. Frequência de consumo (a) e tipos de requeijão (b) mais consumidos pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

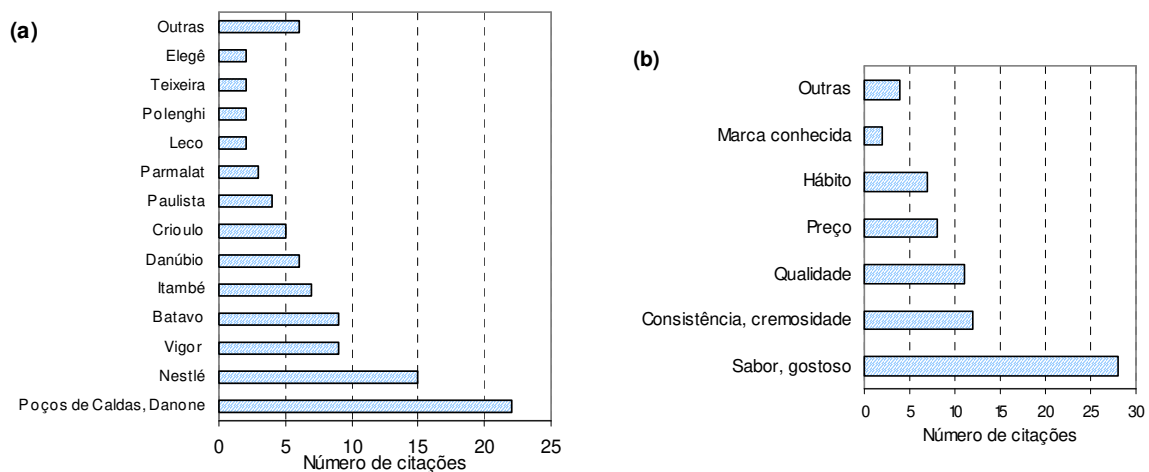


Figura 4.84. Marcas de requeijão mais consumidas (a) e razões da preferência pela marca citada (b) pelo grupo de consumidores recrutado para avaliação das amostras.

Teste de aceitabilidade

Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor das amostras de requeijão, bem como quanto à indicação da intenção de compra são apresentados no Quadro 4.55. Verifica-se que as amostras não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$) em relação ao aroma, todas obtendo médias próximas ou correspondentes a “gostei” na escala utilizada.

Na avaliação da aceitabilidade da aparência, a amostra RCC, com média próxima a “gostei muito” na escala utilizada, foi mais apreciada ($p < 0,05$) do que as amostras RCF4 e comercial, que não diferiram entre si e obtiveram médias próximas a “gostei”, enquanto a amostra RCF5 foi classificada de modo intermediário e não diferiu de nenhuma amostra.

Quanto à textura, a amostra RCC, com média próxima a “gostei muito” na escala utilizada, foi mais apreciada ($p < 0,05$) do que as demais amostras. As amostras RCF5 e comercial obtiveram médias situadas entre “gostei” e “gostei pouco”, não diferiram entre si e foram mais apreciadas ao nível de erro de 5% do que a amostra RCF4, que obteve média próxima a “não gostei nem desgostei”.

Na avaliação da aceitabilidade do sabor, a amostra RCC, com média correspondente a “gostei” na escala utilizada, diferiu ($p < 0,05$) da amostra RCF4, cuja média situa-se entre “gostei” e “gostei pouco” na escala utilizada. As amostras RCF5 e comercial foram classificadas de modo intermediários em relação às amostras RCC e RCF4, obtendo médias próximas a “gostei” e não diferindo ao nível de erro de 5% entre si nem das demais.

Quanto à intenção de compra, observa-se que a amostra RCC obteve média correspondente a “provavelmente compraria” na escala utilizada, estatisticamente superior ($p < 0,05$) ao obtido pelas amostras RCF4 e RCF5, porém sem diferir da amostra comercial. As amostras RCF4 e RCF5 não diferiram entre si ao nível de erro de 5%, obtendo médias próximas a “talvez compraria, talvez não compraria”.

Quadro 4.55. Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor e indicação da intenção de compra das amostras de requeijão pelo grupo de 50 consumidores*.

Amostras	Aceitabilidade*				
	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Intenção de compra
RCC	(7,8 ± 1,0) a	(7,1 ± 1,1) a	(7,8 ± 1,1) a	(7,3 ± 1,4) a	(4,1 ± 0,9) a
RCF4	(6,9 ± 1,4) b	(6,7 ± 1,3) a	(5,3 ± 1,7) c	(6,6 ± 1,5) b	(3,1 ± 1,0) c
RCF5	(7,4 ± 1,2) ab	(7,0 ± 1,0) a	(6,1 ± 1,7) b	(7,1 ± 1,1) ab	(3,4 ± 0,9) bc
Comercial	(6,9 ± 1,5) b	(6,9 ± 1,6) a	(6,8 ± 1,7) b	(6,7 ± 1,8) ab	(3,7 ± 1,2) ab
d.m.s. (5%)	0,57	0,55	0,75	0,67	0,48

* Resultado expresso como média ± desvio-padrão.

d.m.s.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%.

Na Figura 4.85 são apresentadas as distribuições em freqüência dos valores de escala atribuídos pelos consumidores aos produtos quanto à aceitabilidade da aparência, aroma, textura e sabor. A Figura 4.86 mostra a distribuição relativa aos valores correspondentes à indicação da intenção de compra. No Quadro 4.56 são apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição, associadas às amostras por meio das escalas hedônicas utilizadas, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6 (acima do ponto médio), 5 (ponto médio) e de 4 a 1 (abaixo do ponto médio), respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados, da mesma forma que para a intenção de compra positiva (correspondente às porcentagens acima do ponto médio), duvidosa (no ponto médio) e negativa (abaixo do ponto médio).

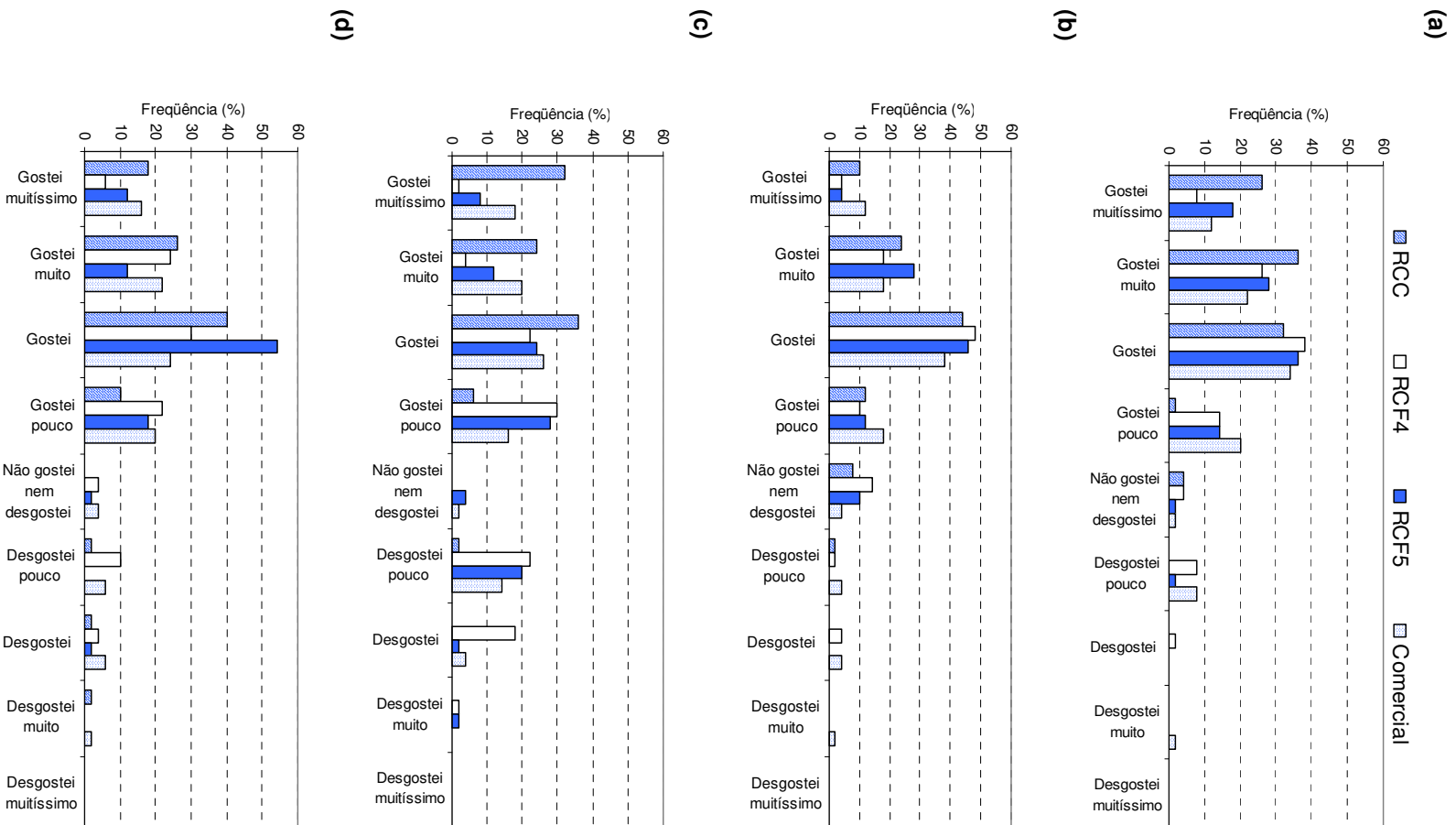


Figura 4.85. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à aceitabilidade da aparência (a), do aroma (b), da textura (c) e do sabor (d).

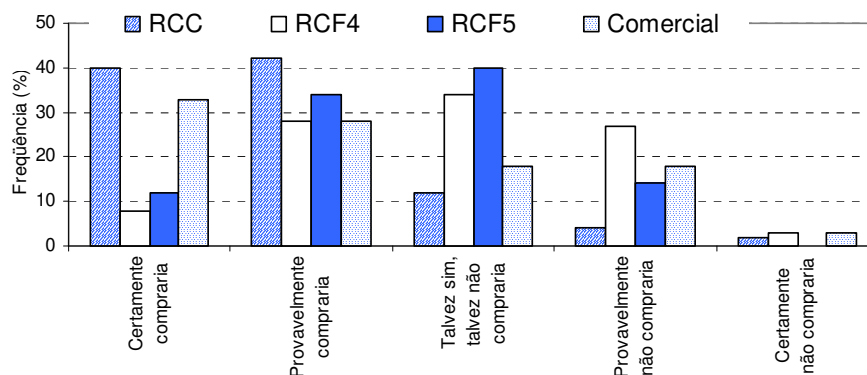


Figura 4.86. Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de requeijão quanto à intenção de compra.

No Quadro 4.56 observam-se, em geral, elevadas porcentagens de aceitação para a aparência e aroma das quatro amostras. A amostra RF5 apresenta elevadas porcentagens de aceitação, destacando-se 90% e 96% de aceitação respectivamente para seu aroma e sabor.

Quadro 4.56. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de requeijão.

Aceitabilidade		Amostras			
		RCC	RCF4	RCF5	Comercial
Aparência	Aceitação (%)	96	86	96	88
	Indiferença (%)	4	4	2	2
	Rejeição (%)	0	10	2	10
Aroma	Aceitação (%)	90	80	90	86
	Indiferença (%)	8	14	10	4
	Rejeição (%)	2	6	0	10
Textura	Aceitação (%)	98	58	72	80
	Indiferença (%)	0	0	4	2
	Rejeição (%)	2	42	24	18
Sabor	Aceitação (%)	94	82	96	82
	Indiferença (%)	0	4	2	4
	Rejeição (%)	6	14	2	14
Intenção de compra	Positiva (%)	82	36	46	60
	Duvidosa (%)	12	34	40	18
	Negativa (%)	6	30	14	22

A descrição do que cada consumidor gostou e desgostou é apresentada no Quadro 4.57. Verifica-se que a maior freqüência de menções positivas diz respeito à textura da amostra RCC, havendo freqüência similar de citações positivas em relação ao sabor de todas as amostras.

Quanto às razões de desagrado, verifica-se que as maiores freqüências de citações negativas dizem respeito à textura das amostras RCF4 e RCF5.

Quadro 4.57. Descrição do que cada consumidor gostou e desgostou em relação às amostras de requeijão (números indicam a freqüência com que foram citados).

	Amostras			
	RCC	RCF4	RCF5	Comercial
Gostou				
Textura (em geral)	18	3	9	9
Consistência (em geral)	11	0	2	11
Creiosidade	3	0	2	0
Total de menções positivas sobre a textura	32	3	13	20
Sabor (em geral)	22	18	23	21
Sabor de leite	0	2	0	0
Quantidade de sal	1	0	1	0
Total de menções positivas sobre o sabor	23	20	24	21
Aparência (em geral)	7	11	12	6
Cor (em geral)	2	5	6	2
Brilho	0	0	1	0
Total de menções positivas sobre a aparência	9	16	19	8
Aroma	1	2	1	5
	Amostras			
	RCC	RCF4	RCF5	Comercial
Desgostou				
Textura (em geral)	0	15	10	4
Consistência mole	0	13	7	0
Consistência (em geral)	3	9	11	5
Consistência firme	0	0	0	9
Total de menções negativas sobre a textura	3	37	28	18
Sabor (em geral)	6	13	8	9
Muito salgado	5	0	3	6
Pouco salgado	3	0	0	0
Sabor de queijo	0	0	0	5
Amargo	4	0	0	0
Sabor de creme de leite	0	0	0	2
Gosto ácido	1	0	0	0
Total de menções negativas sobre o sabor	19	13	11	22
Aparência (em geral)	1	1	0	0
Cor (em geral)	1	1	3	3
Cor escura	0	0	0	2
Total de menções negativas sobre a aparência	2	2	3	5
Aroma (fraco)	6	1	2	2
Gostou de tudo	7	1	2	3
Desgostou de tudo	1	0	1	2

4.8.5.2. Comparação entre as Características Sensoriais das Amostras de Requeijão Cremoso Obtidas na Etapa 3

ADQ das amostras de requeijão light obtidas no Processamento 9 durante a estocagem

Os valores médios obtidos são apresentados no Quadro 4.58 enquanto o perfil sensorial das amostras logo após o processamento é apresentado na Figura 4.87 e os perfis iniciais em comparação com os finais à estocagem são apresentados nas Figuras 4.88 e 4.89 para as amostras RCF4 e RCF5, respectivamente.

Verifica-se que algumas diferenças estatisticamente ao nível de erro de 5% entre amostras com fibra e a amostra sem fibra (RCC), considerada como referência, foram detectadas desde o início da estocagem e mantiveram-se durante o estudo para os seguintes atributos:

- consistência não oral: amostras RCF4 e RCF5 menos consistentes do que RCC;
- consistência oral: amostras RCF4 e RCF5 menos consistentes do que RCC;
- textura oral grudenta: amostra RCF4 mais grudenta do que RCC;
- sabor característico: amostras RCF4 e RCF5 com menor intensidade do que RCC;
- sabor de fibras: amostra RCF5 com maior intensidade do que RCC;
- sabor adocicado: amostra RCF4 com maior intensidade do que RCC;
- gosto salgado: amostra RCF5 com menor intensidade do que RCC.

Quadro 4.58. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 9º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem.*

		Tempo após a produção (dias)						
Atributos		1	15	30	45	60	75	90
Aparência								
1. Cor branco-creme	RCC	4,4 ± 0,2 a	4,5 ± 0,0 a	4,4 ± 0,2 a	4,3 ± 0,3 a	4,4 ± 0,2 a	4,6 ± 0,2 a	4,4 ± 0,3 a
	RCF4	4,2 ± 0,6 a	4,5 ± 0,5 a	4,3 ± 0,4 a	4,4 ± 1,0 a	4,3 ± 0,7 a	4,3 ± 0,7 a	4,4 ± 0,8 a
	RCF5	4,4 ± 0,4 a	4,5 ± 0,1 a	4,3 ± 0,5 a	4,5 ± 0,5 a	4,5 ± 0,5 a	4,6 ± 0,8 a	4,7 ± 0,8 a
	d.m.s	0,44	0,26	0,45	0,50	0,44	0,47	0,41
2. Cor amarelada	RCC	0,2 ± 0,5 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,6 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,4 a
	RCF4	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,4 a	0,2 ± 0,3 a	0,3 ± 0,4 a	0,3 ± 0,9 a	0,4 ± 0,8 a
	RCF5	0,0 ± 0,1 a	0,5 ± 1,1 a	0,4 ± 1,1 a	0,3 ± 0,6 a	0,1 ± 0,3 a	0,3 ± 0,5 a	0,3 ± 0,6 a
	d.m.s	0,27	0,62	0,55	0,44	0,24	0,47	0,42
3. Lisura	RCC	8,8 ± 0,6 a	9,0 ± 0,2 a	8,9 ± 0,4 a	8,9 ± 0,2 a	9,0 ± 0,1 a	9,0 ± 0,1 a	9,0 ± 0,1 a
	RCF4	9,0 ± 0,1 a	8,7 ± 0,6 a	8,5 ± 1,1 a	8,9 ± 0,3 a	8,7 ± 0,6 a	8,9 ± 0,3 a	9,1 ± 0,1 b
	RCF5	7,9 ± 2,1 a	8,6 ± 0,9 a	8,8 ± 0,5 a	8,9 ± 0,4 a	8,3 ± 1,7 a	8,2 ± 2,3 a	9,0 ± 0,1 a
	d.m.s	1,23	0,57	0,63	0,23	0,97	1,29	0,07
4. Brilho	RCC	6,9 ± 0,2 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,2 a	7,0 ± 0,0 a
	RCF4	7,0 ± 0,2 a	7,1 ± 0,2 a	7,1 ± 0,2 a	7,2 ± 0,5 a	7,0 ± 0,5 a	7,2 ± 0,7 a	7,1 ± 0,3 a
	RCF5	7,1 ± 0,4 a	6,9 ± 0,3 a	7,0 ± 0,5 a	6,8 ± 0,5 a	6,8 ± 0,8 a	6,9 ± 0,5 a	7,1 ± 0,2 a
	d.m.s	0,24	0,20	0,28	0,32	0,46	0,41	0,14
Aroma								
5. Característico de requeijão	RCC	4,9 ± 0,2 a	5,0 ± 0,1 a	4,9 ± 0,5 a	4,9 ± 0,3 a	5,0 ± 0,1 a	4,9 ± 0,1 a	5,0 ± 0,1 a
	RCF4	4,7 ± 0,5 a	4,6 ± 0,8 a	4,6 ± 0,5 a	4,4 ± 0,6 a	4,6 ± 0,5 a	4,5 ± 0,6 b	4,4 ± 0,8 b
	RCF5	4,6 ± 0,7 a	4,5 ± 0,8 b	4,6 ± 0,8 a	4,4 ± 0,7 b	4,3 ± 0,8 b	4,5 ± 0,6 b	4,3 ± 0,8 b
	d.m.s	0,51	0,39	0,52	0,48	0,49	0,42	0,49
6. Queijo maturado	RCC	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF4	0,3 ± 0,6 a	0,4 ± 0,9 a	0,2 ± 0,4 a	0,3 ± 0,4 a	0,3 ± 0,4 a	0,2 ± 0,5 a	0,4 ± 0,7 a
	RCF5	0,6 ± 1,6 a	0,2 ± 0,5 a	0,3 ± 0,7 a	0,3 ± 0,5 a	0,3 ± 0,6 a	0,4 ± 0,8 a	0,4 ± 0,8 a
	d.m.s	0,97	0,46	0,38	0,36	0,38	0,41	0,59
7. Estranho	RCC	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF4	0,4 ± 1,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,4 a	0,2 ± 0,3 a	0,2 ± 0,3 a	0,1 ± 0,1 a	0,2 ± 0,4 a
	RCF5	0,6 ± 1,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 0,8 a	0,2 ± 0,3 a	0,3 ± 0,4 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,3 a
	d.m.s	0,63	0,17	0,46	0,21	0,25	0,13	0,20
Textura não oral								
8. Consistência	RCC	7,0 ± 0,0 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,4 a	6,9 ± 0,3 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,2 a
	RCF4	3,8 ± 1,0 b	4,3 ± 1,5 b	4,4 ± 1,2 b	4,2 ± 1,3 b	4,8 ± 1,0 b	4,7 ± 1,1 b	4,3 ± 1,0 b
	RCF5	4,0 ± 1,0 b	4,5 ± 1,0 b	4,9 ± 1,6 b	4,7 ± 1,2 b	4,9 ± 1,0 b	4,6 ± 0,9 b	4,7 ± 1,1 b
	d.m.s	0,61	0,84	0,90	0,70	0,55	0,63	0,65

Quadro 4.58. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 9º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (continuação).*

		Tempo após a produção (dias)						
Atributos		1	15	30	45	60	75	90
9. Fluidez	RCC	7,6 ± 1,3 a	8,0 ± 0,1 a	8,0 ± 0,2 a	7,9 ± 0,2 a	7,9 ± 0,1 a	8,0 ± 0,1 a	7,8 ± 0,6 a
	RCF4	8,1 ± 1,6 a	7,9 ± 1,8 a	7,7 ± 1,5 a	7,4 ± 1,9 a	7,2 ± 1,9 a	8,2 ± 1,4 a	7,4 ± 2,2 a
	RCF5	7,2 ± 2,0 a	7,8 ± 1,7 a	7,8 ± 1,3 a	7,6 ± 1,7 a	7,2 ± 1,5 a	7,8 ± 1,4 a	8,0 ± 1,2 a
	d.m.s	1,48	10,3	0,82	1,09	1,05	0,84	1,25
10. Espalhabilidade	RCC	7,5 ± 0,1 a	7,5 ± 0,1 a	7,5 ± 0,1 a	7,4 ± 0,3 a	7,4 ± 0,1 a	7,4 ± 0,3 a	7,5 ± 0,1 a
	RCF4	8,1 ± 0,7 b	7,8 ± 1,5 a	8,0 ± 0,7 a	7,6 ± 1,5 a	7,5 ± 1,5 a	7,8 ± 1,6 a	7,8 ± 1,4 a
	RCF5	8,2 ± 0,7 b	7,7 ± 1,9 a	7,6 ± 1,6 a	7,7 ± 1,1 a	7,5 ± 1,2 a	8,0 ± 1,3 a	7,8 ± 1,0 a
	d.m.s	0,45	0,97	0,85	0,78	0,80	0,89	0,72
Textura oral / sensação na boca								
11. Consistência	RCC	6,9 ± 0,2 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,4 a	6,9 ± 0,2 a	7,0 ± 0,1 a	7,0 ± 0,1 a
	RCF4	3,8 ± 0,9 b	4,3 ± 1,1 b	4,5 ± 1,2 b	4,2 ± 1,5 b	4,6 ± 1,3 b	4,4 ± 1,7 b	3,7 ± 1,1 b
	RCF5	4,2 ± 0,9 b	4,7 ± 1,0 b	5,1 ± 1,1 b	4,9 ± 1,1 b	4,9 ± 1,1 b	4,6 ± 1,2 b	4,6 ± 1,1 b
	d.m.s	0,60	0,62	0,74	0,87	0,74	0,89	0,73
12. Grudento	RCC	4,9 ± 0,1 a	5,0 ± 0,1 a	5,1 ± 0,2 a	5,1 ± 0,3 a	5,0 ± 0,1 a	5,0 ± 0,1 a	5,1 ± 0,4 a
	RCF4	3,5 ± 1,4 b	3,3 ± 1,2 b	4,3 ± 1,1 b	3,7 ± 1,6 b	4,4 ± 1,5 a	4,3 ± 1,0 b	4,0 ± 1,4 b
	RCF5	3,9 ± 1,3 b	3,7 ± 1,4 b	4,4 ± 1,1 a	4,2 ± 0,9 a	4,3 ± 1,1 a	4,6 ± 1,1 a	4,6 ± 1,1 a
	d.m.s	0,79	0,93	0,67	0,92	0,82	0,71	0,93
13. Arenosidade	RCC	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF4	0,0 ± 0,0 a	0,4 ± 0,7 a	0,4 ± 0,6 a	0,4 ± 0,7 a	0,2 ± 0,3 a	0,2 ± 0,4 a	0,2 ± 0,4 a
	RCF5	0,1 ± 0,3 a	0,5 ± 0,9 a	0,4 ± 0,8 a	0,3 ± 0,8 a	0,5 ± 0,7 b	0,2 ± 0,4 a	0,5 ± 0,9 a
	d.m.s	0,21	0,45	0,47	0,46	0,41	0,21	0,51
14. Picante	RCC	0,3 ± 0,9 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,7 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a
	RCF4	0,3 ± 0,8 a	0,2 ± 0,4 a	0,3 ± 0,5 a	0,5 ± 0,9 b	0,2 ± 0,3 a	0,5 ± 0,8 a	0,4 ± 0,8 a
	RCF5	0,2 ± 0,7 a	0,2 ± 0,6 a	0,4 ± 0,7 a	0,3 ± 0,6 a	0,3 ± 0,4 a	0,3 ± 0,7 a	0,5 ± 0,9 a
	d.m.s	0,67	0,29	0,41	0,43	0,50	0,55	0,60
Sabor / gosto								
15. Característico de requeijão	RCC	5,5 ± 0,1 a	5,5 ± 0,1 a	5,5 ± 0,1 a	5,5 ± 0,1 a	5,2 ± 0,7 a	5,2 ± 0,7 a	5,0 ± 1,0 a
	RCF4	5,0 ± 0,6 b	5,0 ± 1,0 a	4,5 ± 0,9 b	4,5 ± 0,7 b	4,5 ± 0,9 b	4,6 ± 0,7 a	3,7 ± 1,2 b
	RCF5	4,8 ± 0,7 b	4,4 ± 1,2 b	4,2 ± 0,9 b	4,4 ± 0,8 b	4,3 ± 0,9 b	4,1 ± 0,8 b	3,8 ± 1,3 b
	d.m.s	0,44	0,76	0,60	0,54	0,66	0,67	0,78
16. Fibras	RCC	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,5 a
	RCF4	0,6 ± 1,1 a	1,1 ± 2,0 a	1,2 ± 1,0 b	0,7 ± 1,1 a	1,1 ± 1,5 b	1,1 ± 1,1 b	1,5 ± 1,6 b
	RCF5	1,2 ± 1,6 b	1,4 ± 1,8 b	1,2 ± 1,6 b	1,0 ± 1,5 b	1,1 ± 1,4 a	1,3 ± 1,5 b	1,5 ± 1,7 b
	d.m.s	0,90	1,22	0,92	0,86	1,10	0,82	1,06

Quadro 4.58. Valores médios obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijão light obtidas no 9º Processamento durante a estocagem pela equipe composta por 12 julgadores treinados durante a estocagem (continuação).*

Atributos		Tempo após a produção (dias)						
		1	15	30	45	60	75	90
17. Adocicado	RCC	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,5 a
	RCF4	1,3 ± 1,4 b	0,9 ± 0,8 a	1,1 ± 1,2 b	0,8 ± 1,1 a	1,8 ± 1,8 b	1,6 ± 1,5 b	1,3 ± 1,4 a
	RCF5	2,3 ± 1,8 b	2,7 ± 2,2 b	2,6 ± 1,7 b	2,7 ± 1,6 b	2,5 ± 1,3 b	3,1 ± 1,3 b	2,9 ± 1,5 b
	d.m.s	1,10	1,22	1,01	0,99	1,06	0,12	1,09
18. Salgado	RCC	6,1 ± 0,4 a	6,0 ± 0,1 a	6,0 ± 0,1 a	6,1 ± 0,5 a	6,1 ± 0,3 a	6,1 ± 0,3 a	6,0 ± 0,4 a
	RCF4	5,2 ± 0,8 b	5,3 ± 0,8 a	4,9 ± 0,9 b	5,7 ± 0,8 a	5,1 ± 0,7 b	5,2 ± 0,8 b	5,4 ± 0,7 a
	RCF5	4,7 ± 0,9 b	4,4 ± 1,2 b	4,4 ± 1,2 b	5,1 ± 1,4 b	4,6 ± 1,2 b	4,6 ± 0,8 b	4,6 ± 0,6 b
	d.m.s	0,54	0,86	0,79	0,83	0,78	0,58	0,59
19. Ácido	RCC	3,0 ± 0,1 a	3,0 ± 0,1 a	3,0 ± 0,1 a	3,1 ± 0,3 a	3,0 ± 0,1 a	3,0 ± 0,2 a	3,1 ± 0,3 a
	RCF4	2,8 ± 0,4 a	2,9 ± 0,4 a	3,2 ± 0,5 a	3,1 ± 0,5 a	2,8 ± 0,6 a	2,8 ± 1,0 a	3,0 ± 0,5 a
	RCF5	2,7 ± 0,6 b	2,8 ± 0,6 a	2,6 ± 0,6 b	2,9 ± 0,4 a	3,0 ± 0,6 a	3,1 ± 0,7 a	2,9 ± 0,5 a
	d.m.s	0,27	0,31	0,41	0,43	0,41	0,65	0,32
20. Amargo	RCC	0,1 ± 0,4 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 1,1 a	0,2 ± 0,7 a	0,5 ± 1,1 a
	RCF4	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,4 a	0,4 ± 0,7 a	0,2 ± 0,3 a	0,7 ± 1,0 a	0,7 ± 1,2 a
	RCF5	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,5 a	0,3 ± 0,5 a	0,1 ± 0,2 a	0,4 ± 0,7 a	0,4 ± 0,6 a	0,7 ± 1,3 a
	d.m.s	0,28	0,27	0,36	0,43	0,76	0,59	0,81
21. Oxidado/ rançoso	RCC	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,2 a	0,2 ± 0,4 a	0,3 ± 0,9 a	0,2 ± 0,6 a	1,0 ± 2,2 a
	RCF4	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 1,0 a	1,0 ± 0,9 a	1,0 ± 1,1 b	1,4 ± 2,1 a	0,9 ± 1,0 a	2,5 ± 2,3 b
	RCF5	0,1 ± 0,2 a	0,4 ± 1,0 a	1,0 ± 1,5 a	0,9 ± 1,1 a	1,6 ± 1,6 b	1,2 ± 1,3 a	2,1 ± 2,0 b
	d.m.s	0,17	0,52	0,96	0,76	1,19	1,02	1,03
22. Estranho	RCC	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	RCF4	0,2 ± 0,5 a	0,1 ± 0,3 a	0,9 ± 1,2 b	0,7 ± 1,6 a	0,6 ± 1,6 a	0,3 ± 0,6 a	0,2 ± 0,4 a
	RCF5	0,2 ± 0,7 a	0,2 ± 0,7 a	0,5 ± 1,0 a	0,8 ± 1,5 a	0,3 ± 0,8 a	0,3 ± 0,6 a	0,4 ± 1,2 a
	d.m.s	0,19	0,32	0,68	0,87	0,99	0,38	0,63

* 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 dos valores da amostra Referência (RCC) ao nível de erro de 5%.

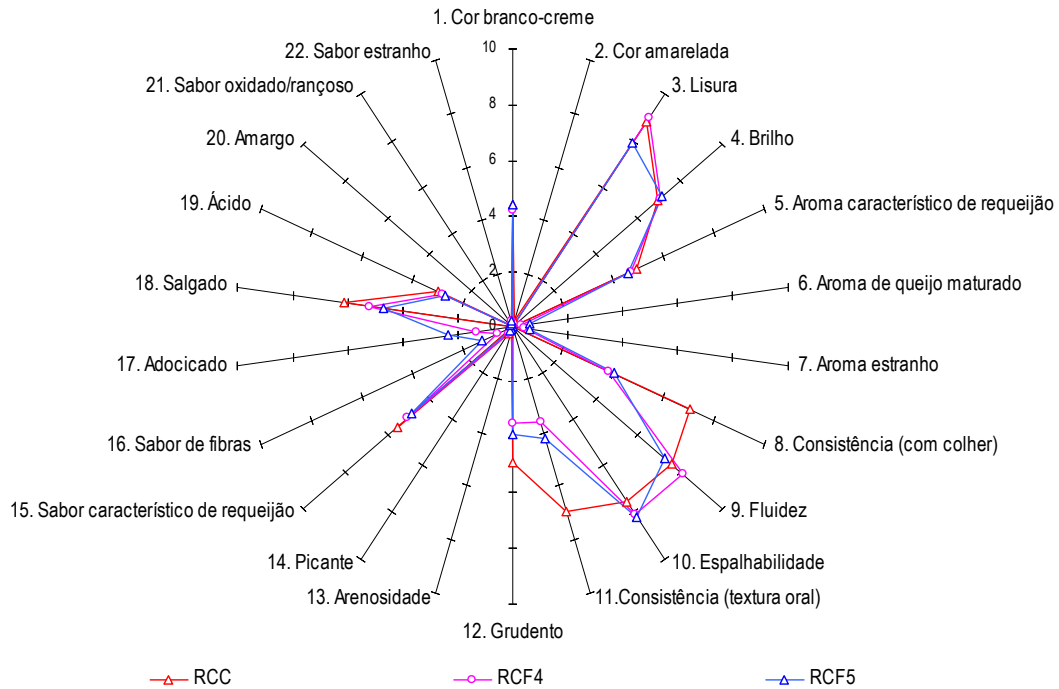


Figura 4.87. Perfil sensorial das amostras de requeijão cremoso light (9^o Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

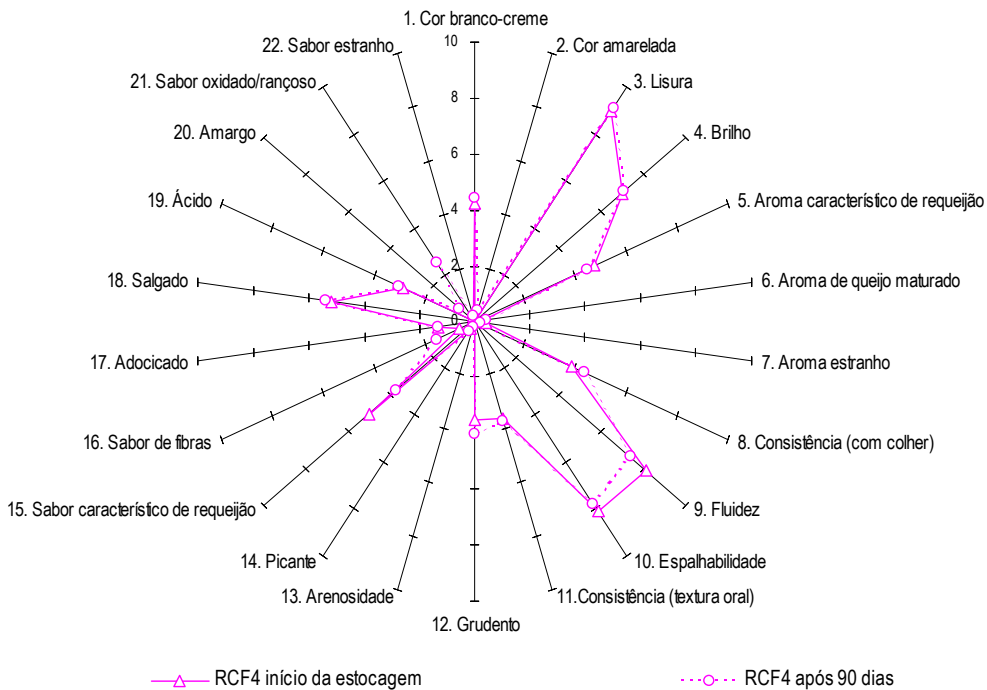


Figura 4.88. Perfil sensorial da amostra RCF4 (9^o Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

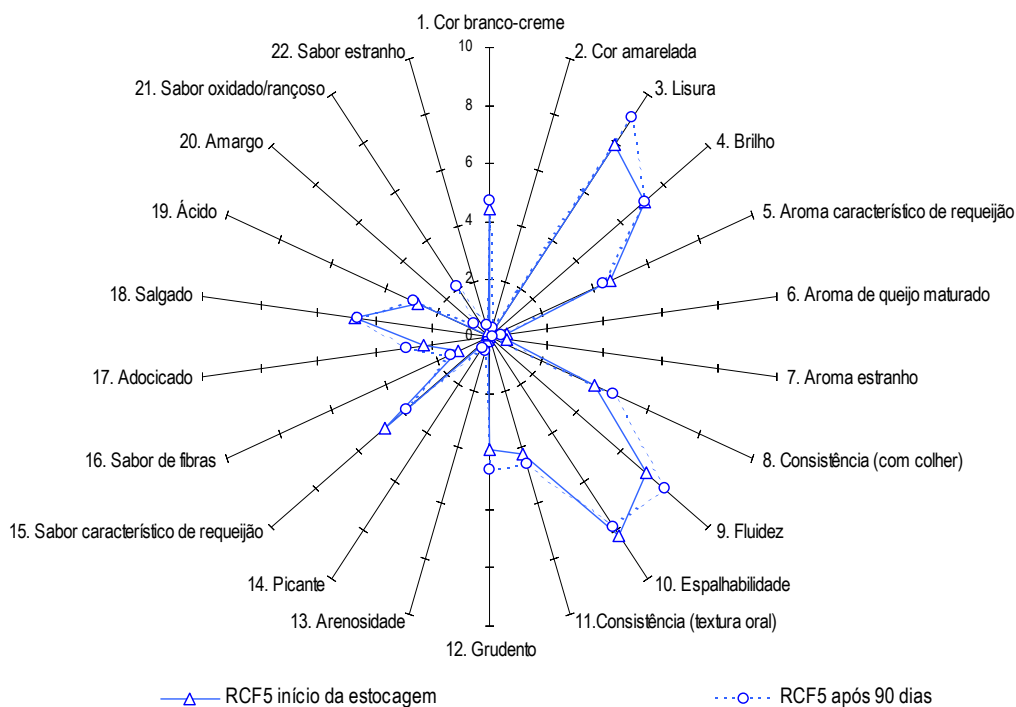


Figura 4.89. Perfil sensorial da amostra RCF5 (9^o Processamento) no início do estudo e ao final da estocagem (valores médios entre 12 julgadores treinados).

Como efeito da estocagem, observam-se de forma sistemática as seguintes alterações significativas ao nível de erro de 5% nas amostras com fibra em relação à amostra sem fibra:

- amostra RCF4: aroma característico menos intenso a partir de 75 dias, sabor de fibra mais intenso a partir de 60 dias, sabor oxidado/rançoso aos 90 dias;
- amostra RCF5: aroma característico menos intenso a partir de 45 dias, sabor oxidado/rançoso aos 90 dias.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, físico-químicos, perfil de textura instrumental e cor, as duas amostras mantiveram-se estáveis ao longo do período de estocagem de 90 dias. Assim como nas etapas anteriores, é importante lembrar que o sabor oxidado/rançoso foi percebido por uma equipe treinada. No entanto, a fim de garantir a qualidade dos produtos durante todo o seu prazo de validade, sugere-se vida-de-prateleira de 75 dias para as amostras RCF4 e RCF5.

5. CONCLUSÕES

De maneira geral, as amostras de requeijão cremoso light e sem adição de gordura, ambos com fibra alimentar, apresentaram estabilidade quanto aos parâmetros físico-químicos e de cor, durante a estocagem de 90 dias. Houve alguns pontos de variação isolados que não demonstraram uma tendência de aumento ou de redução de algum destes parâmetros ao longo do tempo.

Os requeijões produzidos, mantidos a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 90 dias, apresentaram qualidade microbiológica satisfatória e de acordo com a legislação vigente.

O teor e o tipo de fibra adicionada interferiram na textura dos produtos, uma vez que a fibra interrompe a matriz protéica, reduzindo a firmeza dos requeijões. O ajuste de extrato seco total de cada produto, realizado durante a definição das formulações, mostrou ser uma solução viável para conferir aos requeijões características de textura desejáveis. Além da fibra, o teor de gordura também influenciou a textura dos produtos. Com a redução do teor de gordura do requeijão, sua matriz protéica se tornou mais compacta, aumentando sua firmeza e adesividade. Portanto, durante a definição das formulações, foi necessário aumentar o teor de umidade dos requeijões sem adição de gordura a fim de adequar suas características de textura.

As diferenças observadas na microestrutura dos requeijões tiveram relação principalmente com a concentração de gordura. As amostras de requeijão sem adição de gordura apresentaram a matriz protéica com aspecto mais denso e compacto. Amostras de requeijão light, por sua vez, apresentaram matriz protéica interrompida por glóbulos de gordura, que contribuíram para sua desejável textura cremosa.

Segundo os critérios de avaliação econômica de projetos adotados na análise de viabilidade econômica, as unidades industriais que produzem requeijões com adição de fibra se mostraram mais rentáveis do que as formulações já encontradas no mercado, ou seja, requeijão sem adição de gordura, light e requeijão tradicional sem fibra.

Para todas as fibras utilizadas na concentração de 3,3% (Beneo[®]HPX, Litesse[®] e NutraFlora[®]), os produtos light e sem adição de gordura obtidos, além de apresentarem estabilidade durante o armazenamento, obtiveram características sensoriais desejáveis. No teste de aceitabilidade, o requeijão sem adição de gordura com 3,3% da fibra Beneo[®]HPX (RZF1), por exemplo, reuniu elevadas porcentagens de aceitação em todos os aspectos avaliados (aparência, aroma, textura, sabor e intenção de compra), destacando-se 92% de aceitação para o sabor.

A adição de fibra teve influência sobre a vida-de-prateleira dos requeijões, que variou entre 45 e 90 dias. A amostra RZF2, requeijão sem adição de gordura com 6,7% da fibra Beneo[®]HPX, obteve a menor vida-de-prateleira, pois foram detectados sabor oxidado/rançoso a partir de 45 dias e sabor estranho a partir de 75 dias, descrito como azedo.

Os resultados do teste de aceitabilidade demonstraram, de modo geral, boa aceitação e boa intenção de compra dos requeijões avaliados. No entanto, alguns produtos obtiveram citações negativas em relação a algumas características. A amostra de requeijão cremoso light com 6,7% da fibra Beneo[®]HPX (RCF2) foi considerada arenosa por 26% dos consumidores consultados, além de ter obtido elevados índices de rejeição quanto ao sabor e textura, com intenção de compra altamente negativa. A amostra sem adição de gordura com a mesma concentração da mesma fibra (RZF2) foi considerada arenosa por 44% dos consumidores consultados. Por outro lado, na análise de viabilidade econômica, o requeijão RCF2 foi considerado o mais rentável. Os resultados indicam a necessidade de aprofundar as pesquisas em produto com alta concentração de Beneo[®]HPX, a fim de possibilitar a obtenção de requeijão cremoso com características de textura desejáveis.

Os requeijões com adição de 6,7% de Beneo[®]Synergy1, apesar da alta concentração de fibra, apresentaram textura desejável. Por não possuir a função de mimético de gordura, esta fibra interfere menos na textura do produto quando comparada à Beneo[®]HPX. Por outro lado, a fibra Beneo[®]Synergy1 possui gosto levemente doce, pois contém 8% de glicose, frutose e sacarose em sua

composição. Portanto, o sabor do requeijão adicionado desta fibra torna-se adocicado, o que reduz a sua aceitação. O requeijão light com adição de 6,7% de Beneo[®]Synergy1 (RCF3), por exemplo, obteve 72% de aceitação quanto ao sabor, porcentagem inferior à aceitação do mesmo produto quanto à aparência, aroma e textura.

6. REFERÊNCIAS

ACTIVE food ingredients. **Regulatory labelling about**. Disponível em <<http://www.orafti.com/orafti/orafti.nsf/AFI/DB132C9F1ADG2712C125704C00365357?opendocument>>. Acesso em: 14 out. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999**. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=11297&word=alimento%20funcional#>>. Acesso em: 13 jun. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=97>>. Acesso em: 22 abr. 2004.

AKOH, C. C. Fat replacer. **Food Technology**, v. 52, p. 47-53, 1998.

ALAIS, C. **Ciencia de la leche**: principio de técnica lechera. Compania comercial e Editorial Continental S. A., Barcelona, 1970.

ALLAN-WOJTAS, P.; YANG, A. F. **Journal of electron microscopy Technology**, n. 6, p. 325-333, 1987.

ALVES, L. L.; SILVA, L. P. Substituição parcial da gordura do requeijão por gel de linhaça. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 6^o, Campinas. **Anais....** Campinas, 2005 (CD ROM).

ALVES, R. M. V. **Estabilidade de requeijão cremoso em diferentes embalagens com e sem exposição à luz**. 2004. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ANJOS, V. D. A. Reologia de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. In: **Seminário sobre requeijão cremoso e outros queijos fundidos: aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado**. Campinas: ITAL, 2000. Manual técnico. Cap. 12, p. 1-10, 2000.

ASCHAFFENBURG, R.; DREWRY, J. New procedure for the routine determination of the various non casein proteins of milk. **INTERNATIONAL DAIRY CONGRESS**, 15. London, 1959. Proceeding International Dairy Federation, 1959. 3:1631-1637.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE PESQUISA. **Critério de classificação econômica Brasil**, 2002. Disponível em: <<http://www.anep.org.br>>. Acesso em 29 dezembro 2003.

BERGER, W; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K.; UHLMANN, G. **Processed cheese manufacture: a joia guide**. BK. Landenburg, 1989.

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.

BERRY, D. Dairy: a natural fit for fiber. **Dairy Foods**, v. 2, n. 106, p. 34-38, fev. 2005.

BONELL, W. Chemico-physical process in the manufacture of processed cheese. **Deutsche Molkerei Zeitung**, v. 92, n. 33, p. 1415, 1971.

BORNET, F. R. J.; BROUNS, F.; TASHIRO, Y.; DUVILLIER, V. Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. **Digest Liver Dis**, v. 34, p. 111-120, 2002.

BOURNE, M. C. Texture profile of ripening pears. **Journal of Food Science**, p. 223-226, 1968.

BOZZOLA, J. J.; RUSSELL, L. D. **Electron microscopy: principles and techniques for biologists**, Jones and Bartlett Publishers, 1992.

BRANDÃO, S. C. C. Novas gerações de produtos lácteos funcionais. **Indústria de Laticínios**, p. 64-66, jan./fev. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Leite e Produtos Lácteos. Portaria n. 359. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão Cremoso ou Requesón**. Brasília, 1997.

BRASIL, H. G. **Avaliação Moderna de Investimentos**. Rio de Janeiro – RJ, Qualitymark, 2002.

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).

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).

CARIC, M.; GANTAR, M.; KALÁB, M. Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of process cheese - a review. **Food Microstructure**, v. 6, p. 297-312, 1985.

CARIC, M.; KALÁB, M. Processed cheese product. In: FOX, P. F. **Cheese chemistry, physics and microbiology**. New York: Elsevier Applied Science, 1987, v. 2, cap. 11, p. 339-393.

CASTRO, F. B. O perfil do consumo de alimento e a obesidade. *Food Ingredients: Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria de Alimentos e Bebidas*, n. 32, p. 72-73, set./out., 2004.

CAVALCANTE, A. B. **D. Desenvolvimento e padronização de formulação para o processamento de requeijão tradicional**. 1991. Dissertação (Mestrado em Ciencia e Tecnologia de Alimentos). Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

CHAVES, J. B. P. C.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Apostila n. 325. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1996.

CHERBUT, C. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 159-162, 2002.

COTTA-PEREIRA, G.; RODRIGO, F. G.; DAVID FERREIRA, J. F. The use of tannic-acid-glutaraldehyde in the study of elastic relates fibers. **Stain Technology**, Baltimore, v. 51, p. 7-11, 1976.

COUNDRAY, C.; DEMIGNÉ, C.; RAYSSIGUIER, Y. Effects of dietary fibers on magnesium absorption in animals and humans. **The Journal of Nutrition**, v. 133, p. 1-4, 2003.

CRITES, S. G.; DRAKE, M. A.; SWANSON, B. G. Microstructure of low-fat cheddar cheese containing varying concentrations of sucrose polyesters. **Lebensmittel – Wissenschaft und Technologie**, v. 30, p. 762-766, 1997.

DRAKE, M. A.; SWANSON, B. G. Reduced- and low-fat cheese technology: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 366-369, 1995.

ELLIS, M. J. **Shelf life evaluation of foods**. London: Black Academic and Professional, 1996.

ESTELLER, M. S.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. S. Effect of sugar and fat replacers on the texture of baked goods. **Journal of Texture Studies**, v. 35, n. 4, p. 383-394, 2004.

ESTELLER, M. S.; PITOMBO, R. N. M.; LANNES, S. C. S. Effect of freeze-dried gluten addition on texture of hamburger buns. **Journal of Cereal Science**, v. 41, n. 1, p. 19-21, 2004.

FARIA, E. V.; GARCIA, A. O. Análise sensorial de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. In: VAN DENDER, A. G. F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos**: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. Campinas: Fonte Comunicações e Editora Ltda, 2006. Cap. 8, p. 191-215.

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. Parâmetros fundamentais para o processamento de queijos fundidos. In: MARTINS, J. F. e FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981b. Cap. 5, p. 1-11. (Apostila).

FERNANDES, A. G. Sais emulsificantes. In: MARTINS, J. F. e FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981a. Cap. 4, p 1-7. (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 de outros queijos fundidos. Parte I. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XV, Juiz de Fora. **Anais....** Juiz de Fora, 1985a. Revista do ILCT, v. 40, n. 237, p. 27-39, jan./fev., 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 de outros queijos fundidos. Parte II. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XV, Juiz de Fora. **Anais....** Juiz de Fora, 1985b. Revista do ILCT, v. 40, n. 238, p. 27-39, jan./fev., 1985b.

FERNANDES, A. G. Variações nos principais parâmetros de processamento de acordo com o tipo de queijo fundido. In: MARTINS, J. F. e FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981c. Cap. 6, p. 1-4. (Apostila).

FERREIRA, C. V. et al. Influência da adição de concentrado protéico de leite na qualidade do requeijão cremoso. **Indústria de Laticínios**, p. 64-67, jul./ago., 2000.

FLOOD, M. T.; AUERBACH, M. H.; CRAIG, S. A. S. A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, p. 1531-1542, 2004.

FOODBASE. **Base de dados em CD-ROM da Legislação Brasileira**. Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos, 1996.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 287-291, 2002.

FRANK, J. F.; CHRISTEN, G. L.; BULLERMAN, L. B. Tests for groups of microorganisms. Ed. 16. In: MARSHALL R. T. (ed). **Standard methods for the examination of dairy products**. American Public Health Association, 1992. p. 271-286.

FRIEDMAN, H.H.; WHITNEY, J. E.; SZCZESNIAK, A. S. The texturometer: a new instrument for objective texture measurement. **Journal of Food Science**, v. 28, p. 390-396, 1963.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. **Tecnologia de queijos**. Manual técnico para produção de queijos. São Paulo: Dipemar, 1994.

GALLINA, D. A. **Influência do tratamento UHT na qualidade do requeijão cremoso tradicional e light**. 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

GALLINA, D. A.; VAN DENDER, A. G. F. Método de preparo de amostra de requeijão cremoso para avaliação por microscopia eletrônica de varredura (SEM). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 61, p. 29-36, 2006.

GARRUTI, D. S.; BRITO, E. S.; BRANDÃO, T. M.; UCHÔA Jr., P.; SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 434-440, set./dez., 2003.

GEYER, G. Lipid fixation. **Acta Histochem. Suppl.**, n. 19, p. 209-222, 1977.

GIESE, J. Color measurement in foods as a quality parameter. **Food Technology**, v. 54, n. 2, p. 62-65, 2000.

GIGANTE, M. L. **Requeijão cremoso obtido por ultrafiltração de leite pré-acidificado adicionado de concentrado protéico de soro**. 1998. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

GOLDSTEIN, J. I.; NEWBURY, D. E.; ECHLIN, P.; JOY, D. C.; FIORI, C.; LIFSHIN, E. **Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis**. Plenum Press, 1981.

GORDON, D. T. Intestinal health through dietary fiber, prebiotics, and probiotics. **Food Technology**, v. 56, n. 4, p. 23, abr., 2002.

GRIFFIN, I. J.; DAVILA, P. M.; ABRAMS, S. A. Non-digestible oligosaccharides and calcium absorption in girls with adequate calcium intakes. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 187-191, 2002.

HARTE, F.; LUEDECKE, L.; SWANSON, B.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Low fat set yogurt made from milk subjected to combinations of high hydrostatic pressure and thermal processing. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 4, p. 1074-1082, 2003.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2000. v. 2, cap. 45, met. 985.29, p. 78-80.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005a. cap. 50, met. 985.35 e 984.27, p. 15-18.

HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005b. cap. 45, met. 45.4.06B, p. 92.

HUTCHINGS, J. B. **Food color and appearance**. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed., Brasília: MS, 2005, p. 102-103.

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 protein content of processed cheese products**. Brussels: FIL/IDF, 1964. (FIL-IDF, 25).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total nitrogen content of milk by Kjeldahl method**. Brussels: FIL/IDF, 1962. (FIL-IDF, 20).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total solids content of cheese and processed cheese**. Brussels: FIL/IDF, 1982. (FIL-IDF, 4A).

KALÁB, M.; ALLAN-WOJTAS, P; MILLER, S.S. Microscopy and other imaging techniques in food structure analysis. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 177-186, 1995.

KALÁB, M. **Foods under the microscope**. Update: 28/09/2005. Disponível em: <<http://www.magma.ca/~scimat/Cheese.htm>>. Acesso em: 13 ago. 2007.

KALÁB, M. Practical aspects of electron microscopy in dairy research. **Food structure**, v. 12, p. 95-114, 1993.

KASSAI, R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A.. **Retorno de investimento**: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. 2 ed., São Paulo – SP, Atlas, 2000.

KEATING, P. F. **Queso fundido**. Monterrey, Departamento de Zootecnia (FAO), 1971. (Apostila).

KHEADR, E. E.; VACHON, J. F.; PAQUIN, P.; FLISS, I. Effect of dynamic high pressure on microbiological, rheological and microstructural quality of cheddar cheese. **International Dairy Journal**, v. 12, n. 5, p. 435-446, 2002.

KOCA, N.; METIN, M. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. **International Dairy Journal**, v.14, p. 365-373, 2004.

KOKINI, J. L.; DICKIE, A. A model food spreadability from fluid mechanics. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 13, n. 2, p. 211-227, 1982.

KOLIDA, S.; TUOHY K.; GIBSON, G. R. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 193-197, 2002.

LAURIDSEN, K. Nutricionalmente cremoso. **Guia 2004 de Fornecedores - Food Ingredients**: Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria de Alimentos e Bebidas, p. 115, 2004.

LIMA, J. R. Vida de prateleira de amêndoas de castanha de caju em embalagens comerciais. **Embrapa Comunicado técnico**, Fortaleza, n. 76, dez., 2002.

LITTLE, L. Technique for acidified dairy products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 50, n. 3, p. 434-440, 1967.

LOBATO-CALLEROS, C.; REYES-HERNÁNDEZ, J.; BERISTAIN, C. I.; HORNELAS-URIBE, Y.; SÁNCHEZ-GARCÍA, J. E.; VERNON-CARTER, E. J. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. **Food Research International**, n. 40, p. 529-537, 2007.

LONDOÑO, M. C. O potencial dos ingredientes alimentares no mercado de laticínios. **12º Catálogo Brasileiro de Produtos & Serviços - Leite e Derivados**, p. 9, 2004.

MADADLOU, A.; KHOSROSHAHI, A.; MOUSAVI, M. E. Rheology, microstructure, and functionality of low-fat Iranian White cheese made with different concentrations of rennet. **Journal of Dairy Science**, n. 88, p. 3052-3062, 2005.

MARCHESSEAU, S. E.; GASTALDI, A.;LAGAUDE; CUQ, J. L. Influence of pH on protein interaction and microstructure of process cheese. **Journal of Dairy Science**, p. 1483-1489, 1997.

MARCHIORI, E. A essência da indústria alimentícia. **Indústria de Laticínios**, p. 14-20, set./out., 2004.

MARCHIORI, E. Salvem o requeijão. **Indústria de Laticínios**, n. 58, p. 56-63, jul./ago., 2005.

MARQUES, G. R. **Géis de alginato de cálcio com baixo valor calórico**: influência das variáveis de processo no perfil de textura instrumental e sensorial. 2001. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

MARTINS, J. F. P. Qualidade microbiológica do leite matéria-prima. In: MARTINS, J. F. P. e FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981. Cap. 3, p. 1-7. (Apostila).

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**, 3 edition, CRC Press, Inc.: Boca Raton, FL, 1999. 387p.

MERRILL, R. K.; OBERG, C. J.; MCMANUS, W. R.; KALAB, M.; MCMAHON, D. J. Microstructure and physical properties of a reduced fat mozzarella cheese made using *Lactobacillus casei* ssp. *casei* adjunct culture. **Lebensmittel Winssenschaft und Technologie**, v. 29, n. 8, p. 721-728, 1996.

METZGER, L. E.; MISTRY, V. V. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, n. 78, p. 1883-1895, 1995.

MEYER, A. **Process cheese manufacture**. London: Food Trade Press, 1973.

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.

MISTRY, V. V. Low fat cheese technology. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 413-422, 2001.

MITCHEL, H. L. Bebidas enriquecidas com fibras. **Food Ingredients: Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria de Alimentos e Bebidas**, ano IV, n. 20, p. 72-75, set./out., 2002.

MORENO, I. Queijos processados: qualidade microbiológica das matérias-primas e do produto final. In: VAN DENDER, A. G. F.; MORENO, I.; VIEIRA, M. C.; VIALTA, A.; GRAEL, E. T. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos**:

aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado. Campinas, ITAL, 2000. Cap. 6, p. 1-23. (Apostila).

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods – Marketing and R&D approach**. Food & Nutrition Press Inc.: Connecticut, 1983. 605 p.

MUNCK, A. V.; CAMPOS, W. A. Requeijão: um produto brasileiro. **Informe Agropecuário**, v. 42, n. 115, p. 35-38, 1984.

NORONHA, N.; O'RIORDAN, E. D.; O'SULLIVAN, M. Replacement of fat with functional fibre in imitation cheese. **International Dairy Journal**, 2007. In press.

NYMAN, M. Fermentation and bulking capacity of indigestible carbohydrates: the case of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 163-168, 2002.

O INGREDIENTE do lácteo saudável. **Revista Leite e Derivados**, ano XIII, n. 76, p. 54-59, 61-62, 64, mar./abr., 2004.

OHR, L. M. Fortifying with fiber. **Food Technology**, v. 58, n. 2, p. 71-75, fev., 2004.

OLIVEIRA, J. S. de. **Queijos**: fundamentos tecnológicos. Campinas: Unicamp, 1986. 146p.

OLIVO, K.; SCHARAM, E. S.; SCHREPP, L.; TONATTO, R. S.; VEIT, M. T.; SANTOS, R. Elaboração de requeijão cremoso com clorofila e hortelã. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XXIII, Juiz de Fora. **Anais....** Juiz de Fora, 2006 (CD ROM).

OLSON, N. F.; PRICE, W. V. Composition and bacterial growth as factors affecting the body of pasteurized process cheese spread. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 8, p. 1394-1404, 1961.

PFEIFFER, C.; D'AUJOURD'HUI, J. W.; NUSSLI, J.; ESCHER, F. Optimizing food packaging and shelf life. **Food Technology**, Chicago, v. 53, n. 6, p. 52-59, 1999.

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.

PROSCKY, L.; ASP, N. G.; FURDA, I.; DEVRIES, J. W.; SCHWEIZER, T. F.; HARLAND, B. F. Determination of total dietary fiber in foods, food products and

total diets: interlaboratorial study. **Journal Assoc. Off. Anal. Chem.**, v. 67, n. 6, p. 1044-1052, 1984.

PROSKY, L.; DEVRIES, J. **Controlling dietary fiber in food products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

PYE, J. The scientific approach to product quality. **Food Australia**, v. 48, n.9, 1996.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas, químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremosos obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. 1997. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

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.; 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.; MORI, E. E. M. Avaliação das principais características sensoriais de requeijão cremoso fabricado com massa obtida por fermentação láctica e acidificação direta a quente. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XVI, Juiz de Fora. **Anais....** Juiz de Fora, 1999. Revista do ILCT, v. 54, n. 309, p. 156-164, jul./ago., 1999.

REQUEIJÃO cremoso destaque cada vez maior na mesa do consumidor. **Indústria de Laticínios**, v. 4, n. 21, p. 38-40, 1999.

ROBERFROID, M. B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 139-143, 2002.

RODRÍGUEZ, J. Recent advances in the development of low-fat cheeses. **Trends in Food Science and Technology**, v. 9, p. 249-254, 1998.

ROMEIH, E. A.; MICHAELIDOU, A.; BILIADERIS, C. G.; ZERFIRIDIS, G. K. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. **International Dairy Journal**, v. 12, p. 525-540, 2002.

SARGENT, J. A. The application of cryo-scanning electron microscopy to food research. **Food Microstructure**, n. 7, p. 123-135, 1988.

SCHOLZ-AHRENS, K. E.; ADE, P.; MARTEN, B.; WEBER, P.; TIMM, W.; ASIL, Y.; GLÜER, C. C.; SCHREZENMEIR, J. Prebiotics, probiotics, and synbiotics affect mineral absorption, bone mineral content, and bone structure. **The Journal of Nutrition**, v. 137, p. 838-846, mar., 2007.

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**, v. 39, n. 5, p. 63-69, 1985.

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.

SIPAHIÖGLU, O.; ALVAREZ, V. B.; SOLANO-LOPEZ, C. Structure, physico-chemical and sensory properties of feta cheese made with tapioca starch and lecithin as fat mimetics. **International Dairy Journal**, n. 9, p. 783-789., 1999.

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**. 2003. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

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. In: Congresso Nacional de Laticínios, XIX, Juiz de Fora. **Anais....** Juiz de Fora, 2002.

SILVA, A. T.; VAN DENDER, A. G. F. Embalagens para queijos fundidos. **Boletim técnico: informativo do Centro de Tecnologia de Laticínios**. TECNOLAT/ITAL, Campinas, ano 2, n. 10, p. 6-7, 1999

SILVA, A. T.; VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A. Perfil de textura do requeijão cremoso fabricado a partir de retentado obtido por ultrafiltração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVII, Fortaleza. **Anais....** Fortaleza, 2000.

SILVA, C. R. B. **Efeito do uso de *Lactobacillus casei* como cultura adjunta na qualidade tecnológica de queijo prato com reduzido teor de gordura**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos). Instituto de

Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2006.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. San Diego: Academic Press. 1993.

TAMIME, A. Y.; MUIR, D. D.; SHENANA, M. E.; KALAB, M.; DAWOOD, A. H. Processed cheese analogues incorporating fat-substitutes 2. rheology, sensory perception of texture and microstructure. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v. 32, n. 1, p. 50-59, 1999.

TANIGUCHI, H. N. Alimentos funcionais: lactatos e gluconatos minerais em produtos lácteos. **Leite e Derivados**, ano XIV, n. 85, Jul. 2005.

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, 1932.

TEXTURE TECHNOLOGIES CORP. **Texture analyser application study of: TA-XT2 key features**. New York, 1991 (catálogo).

THOMAS, M. A. **The processed cheese industry**. Dept. of Agriculture, Sydney, South Wales, 1977.

VAKALERIS, D. G.; PRICE, W. V. Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n. 2, p. 264-276, 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 DENDER, A. G. F. Fabricação de queijos fundidos e de requeijão cremoso: aspectos legais e parâmetros para escolha da matéria-prima. **Indústria de Laticínios**, ano 6, n. 35, p. 62-66, set./out., 2001.

VAN DENDER, A. G. F. Princípios básicos da fabricação de queijos processados e de requeijão cremoso. **Boletim técnico-informativo do Centro de Tecnologia de Laticínios**, ano 2, n. 13, jan./fev./mar., 1997.

VAN DENDER, A. G. F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado**. Campinas: Fonte Comunicações e Editora Ltda, 2006.

VAN DENDER, A. G. F.; TREVISAN JR, N.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A. Variação nos parâmetros obtidos na análise do perfil de textura (TPA) em queijos processados com o tipo de recipiente utilizado para conter a amostra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 60, n. 345, p. 393-397, jul./ago., 2005.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. (Ed.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 3 ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

VÉLEZ-RUIZ, J. F.; CÁNOVAS, G. V. B. Rheological properties of selected dairy products. **Critical reviews in food science and nutrition**, n. 37, p. 311-359, 1997.

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. 361-365, 1981.

ZALAZAR, C. A.; ZALAZAR, C. S.; BERNAL, S.; BERTOLA, N.; BEVILACQUA, A.; ZARITZKY, N. Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. **International Dairy Journal**, v. 12, n. 1, p.45-50, 2002.

ZEHREN, V. L.; NUSBAUM, D. D. **Process cheese**. New Holstein, Wisconsin, Cheese Reporter Publishing Company, Inc., 1992.