



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

**ESTUDO DA FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO COM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GORDURA NO EXTRATO
SECO, SAL EMULSIFICANTE E CONCENTRADO PROTÉICO DE
SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO**

**Gert Marcos Lübeck
Eng. Agrônomo, M. S.**

**Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
Orientador**

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

2005

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

Lübeck, Gert Marcos

L961e Estudo da fabricação de requeijão cremoso com diferentes concentrações de gordura no extrato seco, sal emulsificante e concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração / Gert Marcos Lübeck. -- Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Salvador Massaguer Roig
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Requeijão. 2. Concentrado protéico de soro. 3. Ultrafiltração. 4. Análise sensorial. 5. Reologia. I. Roig, Salvador Massaguer. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Requeijão cremoso manufacture study with different concentrations of fat on dry matter, emulsifying salt and whey protein concentrate obtained by ultrafiltration.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Cheese curd, Whey protein concentrate, Ultrafiltration, Sensory analysis, Rheology

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Salvador Massaguer Roig

Mirna Lúcia Gigante

Helena Maria André Bolini

Alfredo de Almeida Vitali

Leila Maria Spadoti

Lucia Helena da Silva Miglioran

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
Departamento de Tecnologia de alimentos
Orientador

Profa. Dra. Mirna Lúcia Gigante
Departamento de Tecnologia de alimentos
Membro

Profa. Dra. Helena Maria André Bolini
Departamento de Nutrição
Membro

Dr. Alfredo de Almeida Vitali
Instituto de Tecnologia Alimentos
Membro

Dra. Leila Maria Spadoti
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Membro

Profa. Dra. Lucia Helena da Silva Miglioranza
Universidade Estadual de Londrina
Membro

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof^o. Dr. Salvador Massaguer Roig pela amizade, valorosa orientação, apoio incondicional durante todo o período de realização deste trabalho e empréstimo da unidade piloto de ultrafiltração do DTA/FEA.
- Ao Prof^o. Dr. Eduardo Cezar Dechechi, Diretor do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da PUC-PR Campus Toledo que não mediu esforços para que este trabalho se viabilizasse e grande incentivo.
- À Indústria e Comércio de Laticínios Bombardelli Ltda – LACTOBOM, em especial aos proprietários João, Jandir e Roberto Bombardelli que viabilizaram a infraestrutura necessária para realização das operações de processo, fornecimento de matéria prima e insumos que viabilizou a execução deste trabalho.
- A Pontifícia Universidade Católica do Paraná Campus Toledo pela disponibilização da infraestrutura laboratorial para realização das análises físico-químicas e avaliação sensorial dos requeijões.
- Ao pesquisador Dr. Alfredo de Almeida Vitalli das OPERAÇÕES UNITÁRIAS/ITAL pela disponibilização da infraestrutura laboratorial para realização das análises de reologia e valiosas sugestões.
- À pesquisadora Dra. Izabel Berto pela grande colaboração na realização das análises de reologia dos requeijões e oportunas sugestões.
- À Prof^a. Dra. Helena Maria André Bolini pelas valiosas orientações na avaliação sensorial dos requeijões e análise estatística dos dados.
- À Prof^a. Dra. Maria Izabel Rodrigues pelo valioso auxílio no planejamento experimental e interpretação das análises estatísticas dos experimentos.
- Ao aluno Guilherme Lopes do Mestrado em Engenharia de Alimentos/FEA pelas orientações no uso do software estatístico “Statistica”.
- Às laboratoristas Ana Lurdes e Renata, do laboratório de instrumentalização do DTA/FEA pela valiosa colaboração na avaliação do perfil de textura dos requeijões.
- À laboratorista Maria Elisabete Fernandes Dias do Laboratório de Leite do DTA/FEA pelas dedicadas sugestões de realização das análises físico-químicas.
- Aos meus alunos e estagiários do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial Marcos Aurélio Bach, Daniel Engel e Vânio Berlin de Souza pelo dedicado auxílio nos

processamentos, realização das análises físico-químicas e análise sensorial e tratamento dos dados da tese.

- Aos integrantes da equipe sensorial que dedicaram muito do seu tempo na avaliação sensorial dos requeijões.

- Aos meus amigos Darlila Gallina e Rodrigo Petrus pela amizade que cultivamos e momentos incontáveis de apoio que vivenciamos juntos durante a realização do curso.

- Aos professores da FEA/UNICAMP, pelos conhecimentos transmitidos, que muito contribuíram na minha formação profissional.

- À Prof^a. Dra. Lucia Helena da Silva Miglioranza do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, pela amizade e apoio sempre demonstrado em todos os momentos de convívio acadêmico.

- Ao meu irmão, Rutardo, que segurou a “barra” no trabalho em nosso projeto de turismo.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xxvii
GENERAL SUMMARY	xxix
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	2
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. O soro de queijo	6
2.2. Concentrado protéico de soro	8
2.3. O uso da ultrafiltração na indústria de laticínios	13
2.4. Caracterização de requeijão cremoso e os queijos fundidos	15
2.4.1. Obtenção e fusão da massa do requeijão cremoso	17
2.4.2. Determinação da textura de requeijões cremosos	18
2.4.3. Propriedades reológicas de requeijão e queijos processados	20
2.4.4. Perfil sensorial de requeijões cremosos	25
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 3.	34
EXPERIMENTOS PRELIMINARES DE FABRICAÇÃO DO REQUEIJÃO	
CREMOSO COM CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR	
ULTRAFILTRAÇÃO	
RESUMO	34
SUMMARY	35
1. INTRODUÇÃO	36
1.1. Concentrado protéico de soro	36
1.2. O uso da ultrafiltração na indústria de laticínios	37

1.3. Caracterização de requeijão cremoso e os queijos fundidos	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1. Equipamentos	39
2.2. Matérias-primas	39
2.2.1. Leite e massa coagulada	40
2.2.2. Obtenção do soro	40
2.2.3. Ingredientes e coadjuvantes tecnológicos	40
2.2.4. Creme de leite e/ou manteiga	40
2.3. Processo de ultrafiltração do soro	40
2.4. Fabricação do requeijão cremoso	42
2.4.1. Ingredientes das formulações do Experimento I	42
2.4.2. Ingredientes das formulações do Experimento II	43
2.5. Processo de fusão e envase	44
2.6. Procedimentos de amostragem	47
2.7. Análises físico-químicas	48
2.7.1. Métodos analíticos	48
2.8. Análise estatística	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.1. Resultados das análises físico-químicas do Experimento I	49
3.2. Resultados das análises físico-químicas do Experimento II	50
4. CONCLUSÕES	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
6. ANEXO.....	56
 CAPÍTULO 4	59
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DO PERFIL DE	
TEXTURA INSTRUMENTAL DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS	
COM CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR	
ULTRAFILTRAÇÃO	
 RESUMO	59

SUMMARY	60
1. INTRODUÇÃO	61
2. MATERIAL E MÉTODOS	63
2.1. Obtenção da matéria-prima	63
2.2. Procedimento de cálculo das formulações	63
2.3. Processo de fabricação dos requeijões	64
2.3.1. Fabricação da manteiga	64
2.3.2. Preparo da massa coagulada	64
2.3.3. Obtenção do concentrado protéico de soro	65
2.3.4. Fabricação e envase dos requeijões cremosos	65
2.4. Amostragem e determinação dos métodos analíticos	65
2.5. Análises físico- químicas	66
2.5.1. Métodos analíticos	66
2.6. Perfil de textura instrumental	67
2.7. Teste de derretimento	68
2.8. Análise estatística	68
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
3.1. Resultados do Experimento I e de requeijões comerciais	69
3.1.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos na ultrafiltração do soro	69
3.1.2. Resultados das análises físico-químicas dos requeijões elaborados com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais	69
3.1.3. Resultados do fluxo de queijo dos requeijões elaborados com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais	74
3.1.4. Perfil de textura de requeijões com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais	79
3.2. Resultados do Experimento II e de requeijões comerciais	84
3.2.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos na ultrafiltração do soro	84

3.2.2. Resultados das análises físico-químicas dos requeijões elaborados com concentrado de protéico soro	85
3.2.3. Perfil de textura de requeijões com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais	88
4. CONCLUSÕES	93
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
6. ANEXOS.....	98
 CAPÍTULO 5.	107
ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SAIS EMULSIFICANTES E CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO	
RESUMO	107
SUMMARY	108
1. INTRODUÇÃO	109
2. MATERIAL E MÉTODOS	110
2.1. Processo de fabricação dos requeijões	110
2.1.1. Fabricação da manteiga	110
2.1.2. Preparo da massa coagulada	110
2.1.3. Ultrafiltração do soro	111
2.1.4. Balanço de constituintes	111
2.1.5. Fabricação e envase dos requeijões cremosos	112
2.2. Determinações analíticas	112
2.2.1. Identificação das amostras	112
2.2.2. Análises físico-químicas	112
2.2.3. Análise sensorial	113
2.2.3.1. Seleção de consumidores e teste de aceitação dos requeijões cremosos	113
2.2.3.2. Teste de reconhecimento de aromas para pré-seleção de provadores	114
2.2.3.3. Definição dos termos descritores e elaboração de referências	114
2.2.3.4. Treinamento e seleção da equipe de análise descritiva	116

2.2.3.5. Análise descritiva quantitativa	116
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	118
3.1. Características físico-químicas da matéria-prima e ingredientes	118
3.2. Características físico-químicas dos requeijões cremosos	119
3.3. Teste de aceitação dos requeijões cremosos	121
3.3.1. Distribuição de frequência dos valores atribuídos pelos provadores aos atributos analisados	124
3.4. Resultados do treinamento e seleção da equipe de análise descritiva	125
3.5. Representação gráfica dos resultados da análise descritiva quantitativa (ADQ) através de análise de componentes principais (ACP)	129
3.6. Avaliação dos resultados da ANOVA dos atributos avaliados pela equipe sensorial	133
3.6.1. Atributos relacionados à aparência	134
3.6.2. Atributos relacionados ao aroma	135
3.6.3. Atributos relacionados ao sabor	136
3.6.4. Atributos relacionados à textura	136
4. CONCLUSÕES	138
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
6. ANEXOS.....	141
CAPÍTULO 6.	145
CAPACIDADE DE DERRETIMENTO E PERFIL DE TEXTURA DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SAIS EMULSIFICANTES E CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO	
RESUMO	145
SUMMARY	146
1. INTRODUÇÃO	147
2. MATERIAL E MÉTODOS	148
2.1. Processo de fabricação dos requeijões	148
2.1.1. Fabricação da manteiga	148

2.1.2. Preparo da massa coagulada	149
2.1.3. Processo de obtenção do concentrado protéico de soro	149
2.1.4. Balanço dos constituintes dos requeijões	150
2.1.5. Fabricação e envase dos requeijões cremosos	150
2.2. Determinações analíticas	150
2.2.1. Identificação das amostras	150
2.2.2. Análises físico-químicas	153
2.3. Perfil de textura instrumental	153
2.4. Teste de derretimento	154
2.5. Análise estatística	155
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	155
3.1. Características físico-químicas da matéria-prima e ingredientes	155
3.2. Características físico-químicas dos requeijões cremosos	157
3.3. Resultados médios do perfil de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos	159
3.4. Relação entre os parâmetros de textura instrumental e características físico- químicas dos requeijões cremosos	163
3.5. Perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos avaliados pela equipe sensorial por meio da Análise de Componentes Principais (ACP)	172
3.6. Análise de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos elaborados com diferentes níveis de concentrado protéico de soro	174
3.7. Análise de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos elaborados com diferentes níveis de sal emulsificante (SE)	176
4. CONCLUSÕES	181
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
6. ANEXOS.....	185

CAPÍTULO 7.	188
PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL E SENSORIAL DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS COM CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO	
RESUMO	188
SUMMARY	190
1. INTRODUÇÃO	192
2. MATERIAL E MÉTODOS	193
2.1. Obtenção da matéria-prima	193
2.2. Obtenção do concentrado de soro	193
2.3. Procedimento de cálculo das formulações	193
2.4. Processo de fabricação dos requeijões	194
2.4.1. Fabricação da manteiga	194
2.4.2. Preparo da massa coagulada	194
2.4.3. Fabricação e envase dos requeijões cremosos.....	195
2.5. Amostragem e acondicionamento do produto	195
2.6. Análises físico-químicas	196
2.6.1. Métodos analíticos	196
2.7. Perfil de textura instrumental	196
2.8. Determinação dos parâmetros de textura sensorial	197
2.9. Planejamento experimental, identificação de amostras e sorteio da sequência experimental	199
2.10. Análise estatística dos dados físico-químicos	200
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	200
3.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos da ultrafiltração do soro	200
3.2. Determinação do parâmetro instrumental de coesividade	203
3.3. Estudo da otimização para os parâmetros de textura sensorial	207
3.3.1. Otimização para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade	207
3.3.2. Otimização para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade	212

3.3.3. Otimização para o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade	217
3.4. Estudo da otimização para os parâmetros de textura instrumental	222
3.4.1. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de dureza	223
3.4.2. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de adesividade	227
3.4.3. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade	232
3.4.4. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade	237
4. CONCLUSÕES	242
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	245
6. ANEXOS.....	247

CAPÍTULO 8 251

EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO E SAL EMULSIFICANTE SOBRE AS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE REQUEIJÃO CREMOSO

RESUMO	251
SUMMARY	252
1. INTRODUÇÃO	253
2. MATERIAL E MÉTODOS	255
2.1. Obtenção da matéria prima	255
2.2. Obtenção do concentrado protéico de soro	255
2.3. Procedimento de cálculo das formulações	256
2.4. Processo de fabricação dos requeijões	256
2.4.1. Fabricação da manteiga	256
2.4.2. Preparo da massa coagulada	256
2.4.3. Fabricação e envase dos requeijões cremosos	257
2.5. Amostragem e acondicionamento do produto	257
2.6. Análises físico-químicas	258
2.6.1. Métodos analíticos	258
2.7. Determinação dos parâmetros reológicos	258
2.8. Teste de derretimento	259

2.9. Planejamento experimental, identificação de amostras e sorteio da seqüência experimental	260
2.10. Análise estatística dos dados físico-químicos e índice de consistência	262
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	262
3.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos da ultrafiltração do soro	262
3.2. Determinação do Índice de Consistência	265
3.3. Estudo da otimização para o Índice de Comportamento	270
3.4. Estudo da otimização para o Fluxo de Queijo	276
4. CONCLUSÕES	282
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	284
6. ANEXOS.....	286
CONCLUSÃO GERAL.....	289

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 01: Características dos dejetos de processamento de alimentos	7
Tabela 02: Distribuição percentual das proteínas do soro e suas propriedades físicas	8
Tabela 03: Funcionalidade de proteína em alimentos	9
Tabela 04: Benefícios funcionais gerais de produtos de soro em queijo processado	11
Tabela 05: Composição de aminoácidos de soro em queijo Cheddar.....	13

CAPÍTULO 3

Tabela 01: Quantidades dos ingredientes de cada processamento dos requeijões do Experimento I	43
Tabela 02: Quantidades dos ingredientes utilizadas em cada processamento dp Experimento II	44
Tabela 03: Resultados de composição (%) dos ingredientes e outros constituintes na fabricação do requeijão cremoso	49
Tabela 04: Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos fabricados a partir de concentrado protéico de soro	50
Tabela 05: Resultados das análises físico-químicas (%) dos ingredientes para a fabricação do requeijão cremoso à base de concentrado proteéico de soro ultrafiltrado	51
Tabela 06: Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos elaborados à base de concentrado protéico de soro ultrafiltrado	52
Tabela 07: Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos comerciais	53
Tabela 08: Processo de ultrafiltração do soro do Experimento II	56

CAPÍTULO 4

Tabela 01: Parâmetros medidos pelo perfil de análise de textura	67
---	----

Tabela 02: Composição dos ingredientes utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos	69
Tabela 03: Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com três níveis de gordura no extrato seco (GES) e quatro níveis de concentrado protéico soro (CPS)	70
Tabela 04: Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos comerciais	73
Tabela 05: Resultados médios do fluxo de queijo (mm) das amostras de requeijão cremoso elaboradas com diferentes níveis de concentrado protéico de soro	75
Tabela 06: Resultados médios do fluxo de queijo (mm) das amostras de requeijão cremoso comerciais	77
Tabela 07: Médias do perfil de textura dos requeijões cremosos elaborados com três níveis de gordura no extrato seco e quatro níveis de concentrado protéico de soro	81
Tabela 08: Médias do perfil de textura dos requeijões cremosos comerciais, após três semanas de armazenamento à 10°C	82
Tabela 09: Composição dos ingredientes utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos	84
Tabela 10: Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com três níveis de gordura no extrato seco (GES) e cinco níveis de concentrado protéico de soro (CPS)	87
Tabela 11: Médias do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos elaborados com três níveis de gordura no extrato seco e cinco níveis de concentrado protéico de soro (CPS), do Experimento II	92
Tabela 12: Médias do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos comerciais do Experimento II	93
Tabela 13: Formulações dos requeijões cremosos do Experimento I, com adição de três níveis de gordura no extrato seco e quatro níveis de concentrado protéico de soro	98

Tabela 14: Formulações dos requeijões cremosos do Experimento II, com adição de três níveis de gordura no extrato seco e cinco níveis de concentrado protéico de soro	99
Tabela 15: Ultrafiltração de soro de queijo do Experimento I	100
Tabela 16: Ultrafiltração de soro de queijo do Experimento II	104

CAPÍTULO 5

Tabela 01: Definição dos atributos sensoriais e referências para determinação de análise descritiva quantitativa	115
Tabela 02: Identificação das amostras de requeijão cremoso utilizadas para análise sensorial de aceitação e análise descritiva quantitativa	117
Tabela 03: Resultados das análises físico-químicas (%) dos constituintes dos requeijões cremosos	118
Tabela 04: Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com gordura em base seca (GES 60%), três níveis de sal emulsificante e cinco níveis de concentrado protéico de soro	120
Tabela 05: Médias de aceitação das amostras de requeijão cremoso em relação aos atributos de aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade	122
Tabela 06: Valores de p de Famostra (Fa) e de p Frepetição (Fr) da análise de variância ANOVA para cada provador (prov) e atributo sensorial	127
Tabela 07: Valores médios obtidos da análise descritiva quantitativa dos atributos sensoriais das cinco amostras analisadas	134
Tabela 08: Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco	141
Tabela 09: Ultrafiltração de soro de queijo	142

CAPÍTULO 6

Tabela 01: Identificação das amostras utilizadas para caracterização físico-química e textura instrumental dos requeijões cremosos	151
--	-----

Tabela 02: Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco	152
Tabela 03: Parâmetros medidos pelo Perfil de Análise de Textura Instrumental	154
Tabela 04: Resultados das análises físico-químicas dos constituintes dos requeijões cremosos	156
Tabela 05: Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com gordura no extrato seco (GES 60%), três níveis de sal emulsificante e cinco níveis de concentrado protéico de soro	158
Tabela 06: Médias do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos elaborados com 60% de gordura no extrato seco, três níveis de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de concentrado protéico se soro	161
Tabela 07: Resultados médios do fluxo de queijo (mm) das amostras de requeijão cremoso elaborado com diferentes níveis de concentrado protéico de soro e sal emulsificante	162
Tabela 08: Ultrafiltração de soro de queijo	185

CAPÍTULO 7

Tabela 01: Definição dos atributos e referências para determinação de análise do perfil de textura sensorial dos requeijões cremosos	198
Tabela 02: Valores das variáveis utilizadas no planejamento fatorial completo	199
Tabela 03: Identificação das amostras, valor das variáveis e sorteio da sequência dos experimentos	200
Tabela 04: Características físico-químicas dos ingredientes utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos	201
Tabela 05: Resultados físico-químicos dos requeijões cremosos com diferentes níveis de sal emulsificante e concentrado protéico de soro	202
Tabela 06: Resultados do parâmetro de textura instrumental de coesividade das amostras de requeijão cremoso.....	204
Tabela 07: Parâmetros de textura sensorial das amostras de requeijão cremoso	207
Tabela 08: Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade	208

Tabela 09: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes de planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro	209
Tabela 10: Análise de variância para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade com concentrado protéico de soro	209
Tabela 11: Estimativa dos efeitos para parâmetro de textura instrumental de pastosidade	213
Tabela 12: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes de planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro	213
Tabela 13: Análise de variância para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade dos requeijões com concentrado protéico de soro	214
Tabela 14: Estimativa dos efeitos para parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade	218
Tabela 15: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes de planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro	218
Tabela 16: Análise de variância para o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade dos requeijões com concentrado protéico de soro	219
Tabela 17: Parâmetros de textura instrumental das amostras de requeijão cremoso	223
Tabela 18: Estimativa dos efeitos para parâmetro de textura instrumental de dureza	223
Tabela 19: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes de planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado de soro	224
Tabela 20: Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de dureza dos requeijões com concentrado protéico de soro	224

Tabela 21: Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura instrumental de adesividade	228
Tabela 22: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes de planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de adesividade dos requeijões cremosos com concentrado de soro	228
Tabela 23: Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de adesividade dos requeijões com concentrado protéico de soro	229
Tabela 24: Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade	233
Tabela 25: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes de planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro	233
Tabela 26: Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade dos requeijões com concentrado protéico de soro	234
Tabela 27: Estimativa dos efeitos para parâmetro de textura instrumental de gomosidade	238
Tabela 28: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes de planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro	238
Tabela 29: Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade dos requeijões com concentrado protéico de soro	239
Tabela 30: Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco	247
Tabela 31: Processo de ultrafiltração de soro de queijo	248

CAPÍTULO 8

Tabela 01: Valores das variáveis utilizadas no planejamento fatorial completo.....	260
--	-----

Tabela 02: Identificação das amostras, valor das variáveis e sorteio da sequência dos experimentos.....	260
Tabela 03: Características físico-químicas dos ingredientes utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos	262
Tabela 04: Resultados físico-químicas dos requeijões cremosos com diferentes níveis de SE e CPS.....	263
Tabela 05: Resultados do índice de comportamento, índice de consistência e coeficiente de correlação das amostras de requeijão cremoso	264
Tabela 06: Resultados do índice de comportamento dos requeijões do planejamento experimental	270
Tabela 07: Estimativa dos efeitos para o índice de comportamento	271
Tabela 08: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão,, valor t, valor p, e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o índice de comportamento dos requeijões cremosos com CPS	271
Tabela 09: Análise de variância para o índice de comportamento dos requeijões cremosos com CPS	272
Tabela 10: Resultados do fluxo de queijo dos requeijões do planejamento experimental completo codificado	276
Tabela 11: Estimativa dos efeitos para o fluxo de queijo.....	277
Tabela 12: Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão,, valor t, valor p, e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o fluxo de queijo dos requeijões cremosos com CPS.....	278
Tabela 13: Análise de variância para o fluxo de queijo dos requeijões cremosos com CPS	278
Tabela 14: Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco	285
Tabela 15: Processo de ultrafiltração de soro de queijo	286

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 01: Queijos mais consumidos no Brasil	16
Figura 02: Classificação de líquidos não-newtonianos.	22

CAPÍTULO 3

Figura 01: Unidade piloto de ultrafiltração	41
Figura 02: Fluxograma do processo de obtenção do concentrado protéico de soro	42
Figura 03: Máquina homogeneizadora/trituradora BIASINOX, modelo 5690	45
Figura 04: Fluxograma da fabricação do requeijão cremoso à base de concentrado protéico de soro	46
Figura 05: Máquina envasadora DMOM, modelo DMS 4000	47

CAPÍTULO 4

Figura 01: Conteúdo de proteína total dos requeijões cremosos elaborados com diferentes teores de concentrado protéico de soro em três níveis de gordura no extrato seco (GES).....	72
Figura 02: Resultados do fluxo de queijo comparado ao teor de proteína total dos requeijões cremosos com gordura no extrato seco (a) 55%, (b) 60% e (c) 65%	76
Figura 03: Perfil do fluxo de queijo dos requeijões comerciais comparado ao extrato seco total (a), pH (b) e teor de proteína total (c)	78
Figura 04: Perfil de textura instrumental de requeijões cremosos comerciais	83
Figura 05: Conteúdo de proteína total dos requeijões cremosos elaborados com diferentes teores de concentrado protéico de soro em três níveis de gordura no extrato seco (GES).....	88

CAPÍTULO 5

Figura 01: Teste de reconhecimento de aromas para pré-seleção dos provadores 125

Figura 02: Representação gráfica de análise de componentes principais (CP1 x CP2) das cinco amostras estudadas de requeijão cremoso	132
Figura 03: Representação gráfica de análise de componentes principais (CP2 x CP3) das cinco amostras estudadas de requeijão cremoso	132
Figura 04: Representação da configuração gráfica (“Spider-Web”) da análise descritiva quantitativa (ADQ) das cinco amostras estudadas	133

CAPÍTULO 6

Figura 01: Relação entre textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o pH (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e com o extrato seco total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.....	164
Figura 02: Relação entre textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o teor de proteína total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e a adesividade com o pH (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE	165
Figura 03: Relação entre textura instrumental de adesividade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o teor de extrato seco total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e proteína total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE	167
Figura 04: Relação entre textura instrumental de adesividade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o pH (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e extrato seco total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE	169
Figura 05: Relação entre textura instrumental de elasticidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o teor de proteína total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e a gomosidade com o pH (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.....	170
Figura 06: Relação entre textura instrumental de gomosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o teor de extrato seco total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e o teor de proteína total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.....	171

Figura 07: Representação gráfica dos parâmetros de textura instrumental (CP1 x CP2) das quatro amostras de requeijões cremosos com concentrado protéico de soro	173
Figura 08: Representação gráfica dos parâmetros de textura instrumental (CP1 x CP3) das quatro amostras de requeijões cremosos com concentrado protéico de soro	173
Figura 09: Caracterização da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos com 1,5% de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de adição de concentrado protéico de soro (CPS)	174
Figura 10: Caracterização da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos com 2,0% de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de adição de concentrado protéico de soro (CPS)	175
Figura 11: Caracterização da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos com 2,5% de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de adição de concentrado protéico de soro (CPS)	176
Figura 12: Característica de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões elaborados sem adição de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE)	177
Figura 13: Característica de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 6,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE)	178
Figura 14: Característica de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 8,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE)	179
Figura 15: Característica de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 10,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE)	180
Figura 16: Característica de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 12,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE)	181

CAPÍTULO 7

Figura 01: Ficha de avaliação das amostras em relação ao perfil de textura sensorial dos requeijões cremosos.....	198
Figura 02: Relação entre o parâmetro de textura de coesividade e o teor do extrato seco total (a), umidade (b), minerais (c) e proteína total (d) dos requeijões cremosos	205
Figura 03: Dados comparativos entre o parâmetro de textura instrumental de coesividade e os parâmetros de textura sensorial, (a) cremosidade, (b) pastosidade e (c) espalhabilidade	206
Figura 04: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2	210
Figura 05: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura sensorial de cremosidade	211
Figura 06: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2	214
Figura 07: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura sensorial de pastosidade	216
Figura 08: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2	219
Figura 09: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade	221
Figura 10: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2	225
Figura 11: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de dureza	226
Figura 12: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2	229
Figura 13: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de adesividade	231

Figura 14: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2 ²	234
Figura 15: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de elasticidade	236
Figura 16: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2 ²	239
Figura 17: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de gomosidade	241

CAPÍTULO 8

Figura 01: Estrado de madeira com os três tubos de vidro (31,0cm de comprimento e 30,0mm de diâmetro) para medir o fluxo de queijo dos requeijões	259
Figura 02: Curva típica de um fluido pseudoplástico não-newtoniano (a) amostra 01 e (b) amostra 15	265
Figura 03: Efeito Weissenberg observado na análise de reologia das amostras de requeijão cremoso	267
Figura 04: Influência do teor de proteína total (a), umidade (b) e gordura (c) sobre o índice de consistência (k) dos requeijões	268
Figura 05: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2 ²	272
Figura 06: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) do CPS versus SE para o índice de comportamento	274
Figura 07: Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2 ²	279
Figura 08: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) do CPS versus. SE para fluxo de queijo	280

ESTUDO DA FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GORDURA NO EXTRATO SECO, SAL EMULSIFICANTE E CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO

RESUMO GERAL

Este trabalho consistiu em desenvolver tecnologia de fabricação de requeijão cremoso utilizando concentrado protéico de soro ultrafiltrado e estudar as características físico-químicas, de textura instrumental e sensorial, capacidade de derretimento de queijo, propriedades reológicas e de caracterização sensorial dos produtos. A fabricação dos produtos foi realizada nas instalações da Indústria de Laticínios Bombardelli em condições de processo industrial.

Na 1ª etapa foram realizados dois experimentos. O primeiro experimento avaliou a possibilidade do aproveitamento do concentrado protéico de soro (CPS), de massa coagulada com e sem lavagem da massa, e da utilização de diferentes fontes de gordura, como o creme de leite e a manteiga, na fabricação de requeijão cremoso. O segundo experimento avaliou pontos tecnológicos de processo de obtenção dos ingredientes de fabricação dos requeijões cremosos.

Na 2ª etapa também foram realizados dois experimentos. O primeiro experimento consistiu na fabricação dos requeijões cremosos utilizando quatro níveis de CPS (6,8, 10 e 12%) e três níveis de gordura no extrato seco (GES) (55, 60 e 65%). Foram avaliadas as características físico-químicas dos ingredientes e, o fluxo de queijo e os parâmetros de textura instrumental dos produtos. Os produtos fabricados foram comparados com requeijões comerciais. No segundo experimento foram utilizados cinco níveis de CPS (0, 6, 8, 10 e 12%) e três níveis de GES (55, 60 e 65%). Ocorreram diferenças significativas

($P < 0,05$) entre as amostras de requeijões cremosos, em relação aos parâmetros de textura instrumental e teste de derretimento.

A 3ª etapa consistiu de um experimento que permitiu a realização do estudo de análise sensorial que incluiu o teste de aceitação e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) realizada por uma equipe sensorial de onze provadores. Foram avaliadas 15 amostras de requeijão cremoso fabricadas com a adição de cinco níveis de concentrado protéico de soro e três níveis de sal emulsificante e quatro amostras comerciais de requeijão. Foram escolhidas pelo teste de aceitação as quatro melhores amostras de requeijão com CPS e uma amostra de requeijão comercial, considerando a aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade. Baseado nestes resultados, as cinco melhores amostras foram analisadas por meio de análise descritiva quantitativa, caracterizando os produtos. Foi avaliada a relação que existe entre as características físico-químicas com a capacidade de derretimento e parâmetros de textura instrumental (TPA) dos requeijões cremosos.

A 4ª e última etapa consistiu de um experimento, em que se avaliou o efeito das variáveis de processo, pela incorporação de diferentes níveis de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração e de sal emulsificante sobre as respostas de textura instrumental e sensorial. O planejamento experimental consistiu de quatro ensaios, quatro pontos axiais e quatro pontos centrais, totalizando 12 ensaios. Obteve-se faixas ótimas de uso de CPS e SE que proporcionaram as melhores respostas sensoriais de cremosidade, pastosidade e espalhabilidade e de textura instrumental de dureza, adesividade, elasticidade e gomosidade. Obteve-se um índice reológico de comportamento (η) mínimo $\eta = 0,51$ para amostra 07 (produto mais viscoso) e máximo $\eta = 0,80$ para a amostra 08 (produto menos viscoso).

MANUFACTURE OF REQUEIJÃO CREMOSO STUDY WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF FAT ON DRY MATTER, EMULSIFYING SALT AND WHEY PROTEIN CONCENTRATE OBTAINED BY ULTRAFILTRATION

GENERAL SUMMARY

This work consisted to develop technology of manufacture of requeijão cremoso utilizing whey protein concentrate ultrafiltered and to study the chemicalphysical characteristics, sensory and instrumental texture, melting cheese capacity, rheological properties and sensorial characteristics of products. The fabrication of products was realized in Bombardelli Dairy Industry in conditions industrial process.

In the first stage, were realized two experiments. The first experiment evaluated the possibility of to use whey protein concentrate, soft coagulate curd with and without curd was, use of different fat sources as milk cream or butter in fabrication of requeijão cremoso. The Second experiment, was realized to define the process fluxogram to be used and the operacional range of the variables to be studied.

In second stage was realized two experiments again. First experiment consisted in manufactured requeijões cremosos utilizing 6, 8, 10 and 12% whey protein concentrate and three levels of fat dry matter (55, 60 and 65%). Were evaluated chemicalphysical characteristics of the ingredients and, melting capacity and instrumental texture parameters (TPA) of products.. In second experiment were utilized five levels whey protein concentrate (zero, 6, 8, 10 and 12%), and three levels of fat dry matter (55, 60 and 65%). Occurred significant difference ($P < 0,05$) between samples of requeijões cremosos in relationship melting capacity and instrumental texture parameters (TPA).

Third stage consisted of one experiment that permitted the realization of sensory analysis, including acceptance test and Descriptive Quantitative Analysis (DQA) realized by eleven panelist judged. Were evaluated fifteen samples of products manufactured with addition five levels of whey protein concentrate and three levels of emulsifying salt and four samples of commercial products. Were choosed by acceptance test the four better samples of requeijão with addition whey protein concentrate and one commercial sample of requeijão with base in appearance, flavour, taste, consistency and spreadly. Based in this results, the five better samples were analised utilizing descriptive quantitative analysis, characterizing the products.. Was evaluated the relationship there are between chemicalphysical characteristics and melting capacity and texture parameters (TPA) of “requeijões cremosos”.

Fourth and final stage consisted also of one experiment, in that evaluated the process variables effects, by incorporation of differents levels whey protein concentrate obtained by ultrafiltration and emulsifying salt on the instrumental and sensorial texture responses. The experimental design included four assay, four axis point and four centre points, resulting in 12 experimental runs. Obtained obtimize regions of use of whey protein concentrate and emulsifying salt that providing the better sensorial responses of cremosity, stickiness and spreadability and better instrumental texture responses of firmness, adesiviness, elasticity and gumniness. The sample seven had minimal flow rheological behaviour index ($\eta = 0,51$ product more viscous) and sample eight had maximum flow rheological behaviour index ($\eta = 0,80$ product lesser viscous).

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. INTRODUÇÃO GERAL

Soro é a fração solúvel do leite, rica em proteínas, minerais e lactose, que é separada da caseína durante o processo de fabricação de queijo ou caseína (De la FUENTE et al, 2002). Do volume total de soro de queijo produzido, boa parte é utilizada para a alimentação humana. De acordo com PINTADO & MALCATA (1999), nos últimos anos, tem havido uma profusão de estudos com o objetivo de desenvolver novos produtos e aumentar a utilização do soro como ingrediente na indústria de alimentos. A recuperação das proteínas do soro é uma prática amplamente utilizada nos países desenvolvidos na produção de concentrados e isolados protéicos. Os processos de recuperação se fundamentam nas diferenças de pesos moleculares e carga iônica das proteínas, bem como na insolubilidade a elevadas temperaturas (MATHEWS, 1984). Os produtos comerciais mais importantes do soro são: o concentrado protéico de soro (WPCs) e o isolado protéico de soro (WPIs) (MORR & HA, 1993).

A fabricação do concentrado protéico de soro (WPCs) envolve os processos de ultrafiltração do soro e também diafiltração, para remoção efetiva da maior parte da lactose, minerais e outros componentes de baixo peso molecular (HOBMAN, 1992). De acordo com HINRICHS (2001), a vantagem da incorporação de proteínas do soro, em queijos, reside no seu valor nutricional, aumento no rendimento da fabricação, especialmente queijos com baixo teor de gordura e melhoria da qualidade sensorial. As proteínas do concentrado protéico de soro têm propriedades funcionais de solubilidade, viscosidade, emulsificação, gelificação e formação de espuma (MORR, 1979; MORR & HA, 1993).

Uma das possibilidades do aproveitamento das proteínas do soro é na fabricação do requeijão cremoso, um produto tipicamente brasileiro, de alto valor comercial. Segundo FERNANDES (1996), foram comercializadas no Brasil em 1995, 25 mil toneladas desse produto, perfazendo 8% da produção total de queijos.

MING (2000) relata que algumas das principais vantagens das proteínas do soro em queijos fundidos, processados e requeijão são: alta solubilidade em uma ampla faixa de pH, além de permanecerem estáveis quando são adicionados ácidos, o que ajuda a criar

texturas cremosas, lisas, sem traços de arenosidade. As proteínas do soro ligam altas quantidades de água por meios físicos e químicos, o que pode afetar negativamente algumas propriedades de queijos processados, como o derretimento, estirramento e espalhamento, e melhoram a textura, aumentando a cremosidade e reduzindo a granulidade. São altamente solúveis em uma faixa relativamente ampla de pH e estáveis a adição de ácidos (YOUNG, 1999).

A determinação do perfil sensorial é um elemento necessário na caracterização do requeijão cremoso e tem papel importante na aceitação do produto pelo consumidor. A caracterização do perfil sensorial e de textura de queijos pode ser avaliada através da correlação entre medidas instrumentais de análise e métodos sensoriais com variados níveis de sucesso. Defeitos de sabor e textura podem ser provocados devido ao excesso de adição de sal emulsificante, com alto conteúdo de fósforo, e que quando combinado a determinadas condições de processamento como o binômio tempo/temperatura, levam a algum tipo de hidrólise das caseínas, resultando em alta quantidade de peptídeos de baixo peso molecular, resultando nestes tipos de defeito em queijos processados (MAYER, 2001).

Através deste trabalho, verificou-se o efeito da adição de diferentes níveis de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração, combinado com outros ingredientes como sal emulsificante na fabricação do requeijão cremoso. Os resultados obtidos permitem apresentar contribuições que podem ser utilizadas na otimização das variáveis de processo com implicações na qualidade sensorial e de textura deste produto.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está dividido em oito capítulos. O primeiro capítulo introduz o assunto, procurando contextualizar a possibilidade de aproveitamento de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração, na fabricação do requeijão cremoso. Aborda a forma de apresentação do trabalho e apresenta os objetivos específicos.

No segundo capítulo, foi desenvolvida uma revisão bibliográfica à cerca das características do soro do queijo, suas propriedades funcionais e sua capacidade de poluição

de mananciais, em como a possibilidade do seu aproveitamento em produtos como o requeijão cremoso. É apresentado também nesta revisão, as características do concentrado protéico de soro, o uso da ultrafiltração na indústria de laticínios, a caracterização de requeijão cremoso e os queijos fundidos, o processo de obtenção e fusão da massa do requeijão cremoso, a determinação da textura de requeijões cremosos, as propriedades reológicas de requeijão e queijos processados e o perfil sensorial de requeijões cremosos.

O terceiro capítulo aborda estudos preliminares de aproveitamento do concentrado protéico de soro e avaliou-se pontos tecnológicos de processo de obtenção dos ingredientes e de fabricação dos requeijões cremosos.

O quarto capítulo refere-se à avaliação das características físico-químicas dos ingredientes e dos produtos fabricados, a capacidade de derretimento e os parâmetros de textura instrumental dos requeijões, em cinco diferentes níveis de concentrado protéico de soro e três níveis de gordura em base seca.

No capítulo cinco é descrita a avaliação de aceitação do produto através de cinco atributos sensoriais e a caracterização por meio de análise descritiva quantitativa dos requeijões cremosos avaliados em quinze atributos pela equipe sensorial.

No capítulo seis é apresentada a avaliação da capacidade de derretimento e perfil de textura de requeijões cremosos, elaborados com diferentes níveis de sais emulsificantes e concentrado protéico de soro. Neste estudo é também apresentada a relação entre os parâmetros de textura instrumental com as características físico-químicas dos requeijões cremosos. Foram também estudados o perfil de textura instrumental e a capacidade de derretimento dos requeijões cremosos elaborados com diferentes níveis de sal emulsificante e concentrado protéico de soro, e os dados apresentados por através do gráfico aranha e Análise de Componentes Principais – ACP.

No estudo do capítulo sete foi avaliado o efeito das variáveis de processo, pela incorporação de diferentes níveis de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração e de sal emulsificante sobre as respostas de textura instrumental e sensorial. Estudou-se a dureza, adesividade, elasticidade e gomosidade dos parâmetros de textura instrumental e a cremosidade, pastosidade e espalhabilidade dos atributos de textura sensorial.

No capítulo oito, foi estudado o efeito de incorporação de quantidades diferenciadas de concentrado protéico de soro e sal emulsificante sobre as propriedades reológicas de requeijão cremoso. Avaliou-se o efeito das variáveis de processo sobre às respostas de viscosidade, por meio do índice de comportamento, índice de consistência e de fluxo de queijo.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a conveniência de aplicação de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração na fabricação de requeijão.
- Avaliar o efeito de diferentes níveis de concentrado protéico de soro e sal emulsificante na fabricação de requeijão cremoso.
- Estudar as características físico-químicas, de textura instrumental e sensorial, na produção de um requeijão cremoso com concentrado protéico de soro.
- Estudar o processo de fabricação de requeijão cremoso utilizando diferentes níveis de gordura no extrato seco, de concentrado protéico de soro e sal emulsificante.
- Caracterizar sensorialmente por meio de análise descritiva quantitativa os produtos obtidos.
- Obter o perfil de reologia do requeijão cremoso com concentrado protéico de soro .
- Otimizar variáveis de processo na fabricação do requeijão cremoso.

1.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De la FUENTE, M.A.; HEMAR, Y.; TAMEHANA, M.; MUNRO, P.A. & SING., H. Process-induced changes in whey proteins during the manufacture of whey protein concentrates. **International Dairy Journal**, v. 12, p. 361-369, 2002.

FERNANDES, F. **Consumo de queijo cresce 33% em 1995**. Folha de São Paulo, São Paulo, 12 de fevereiro de 1996.

HINRICHS, J. Incorporation of whey proteins in cheese. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 495-503, 2001.

HOBMAN, P. G. **Ultrafiltration and manufacture of whey protein concentrates**. In: ZADOW, J.G. Whey and lactose processing. London: Elsevier Applied Science, 1992.

MATHEWS, M.E. Whey protein recovery processes and products. **Journal Dairy Science**, v. 67, p. 2680-2692, 1984.

MAYER, H. K. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of a specific emulsifying agent? **International Dairy Journal**, v. 11, p. 533-542, 2001.

MING, P. **Utilização de ingredientes de soro de leite em requeijão**. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos/Tecnolat, Seminário requeijão cremoso e outros queijos fundidos aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado, capítulo 10, parte 1, 2000.

MORR, C.V. Functionality of whey protein products. **New Zealand Journal of Dairy Science e Technology**, 14: 185-194, 1979.

MORR, C.V. & HA, Y. W. Whey proteins concentrates and isolates: processing and functional properties. **Critical reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, p. 431-476, 1993.

PINTADO, M. E. & MALCATA, F. X. Estudos descritivos e tecnológicos sobre requeijão: caracterização e conservação. **Biotecnologia Alimentar**, n. 62, p. 19-26, abril, 1999.

YOUNG, S. **Whey products in cold pack and pasteurized processed cheese foods and cheese spreads**. U.S. Dairy Export Council, 8p, 1999.

CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O soro de queijo

O soro é a fase aquosa, opaca e de coloração verde amarelada, obtido durante a produção de queijo ou de caseína, resultante da coagulação do leite por ácido ou enzimas proteolíticas (SCOTT, 1989). Soro é a fração solúvel do leite, rica em proteínas, minerais e lactose, que é separada da caseína durante o processo de fabricação de queijo ou caseína (de la FUENTE et al, 2002). Soro é o nome dado ao líquido amarelado que resulta do leite após precipitação das caseínas (PINTADO & MALCATA, 1999).

O soro de queijo ou caseína consiste de 50% dos sólidos iniciais do leite e mais de 85% do volume de leite inicial utilizado na fabricação de queijos, é de natureza perecível e não permite a estocagem por um tempo prolongado, sendo necessário encontrar um destino adequado aos volumes consideráveis de soro produzidos diariamente. Do volume total de soro de queijo produzido, boa parte é utilizada para a alimentação humana. Nos Estados Unidos, cerca de 50% do soro é utilizado para este fim, enquanto que na Europa, esse valor cai para 25%. No caso do Brasil, onde há resistências quanto ao seu uso, a presença do soro em certos produtos está associada à adulteração ou, muitas vezes, destina-se apenas à alimentação animal. O pior destino que se pode dar a esse produto é o seu descarte em lagoas e rios, pois trata-se de um dos dejetos industriais que promovem o desenvolvimento de biomassa nos depósitos naturais de água, causando o esgotamento de oxigênio dissolvido, com conseqüente desastre ecológico (FI FOOD INGREDIENTS, 2000). O descarte do soro ainda é uma prática comum dos laticínios no Brasil e quando jogado em mananciais é um dos resíduos altamente poluente da indústria de alimentos (Tabela 01). De acordo com PINTADO & MALCATA (1999) nos últimos anos, tem havido uma profusão de estudos com o objetivo de desenvolver novas aplicações e melhorar aplicações existentes do soro. No entanto, o lançamento de efluentes de soro em cursos de água é ainda uma triste realidade em Portugal: dos cerca de 1000 m³ produzidos diariamente, 27 % ainda não sofrem qualquer tipo de tratamento.

Tabela 01. Características dos dejetos de processamento de alimentos.

Tipo de resíduo	DBO mg/L
Resíduos do Processamento de Laticínios	
Processamento de sorvetes	2500
Processamento de queijo "cottage"	6000
Processamento de soro em pó	40
Outros resíduos de processamento de alimentos	
Confeitaria	2500
Enlatamento de carnes	1500
Planta de produtos açúcarados	4000
Abatedouro de aves	5000
Resíduos brutos	
Soro doce	35000
Soro ácido	45000
Água de processamento de peixes	50000
Esgoto doméstico	300

Fonte: Adaptado de JELEN (1979).

Segundo WEBB & WHITTIER (1970), 100 kg de soro líquido, contendo aproximadamente 3,5 kg de demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) e 6,8 kg de demanda química de oxigênio (DQO), tem uma força poluidora equivalente ao esgoto produzido por 45 pessoas. Várias alternativas tem sido usadas pela indústria láctea: descarte em rios, esgotos e solo, alimentação animal, evaporação e secagem, desmineralização, extração e refino de lactose e ultrafiltração (VIOTTO, 1993).

Apesar de ser um sub-produto da indústria de laticínios, o soro possui ainda um elevado valor nutritivo uma vez que grande parte dos componentes do leite permanece nele: 10 L de leite produzem cerca de 1 kg de queijo (dependendo do tipo de leite e da tecnologia de fabricação) e 9 litros de soro, o qual retém 6,3-12,4 % dos lípidos, 21,4-25,1 % dos compostos nitrogenados, 88,0-99,3 % dos açúcares e 61,8-88,5 % dos sais, o que corresponde a 49-50 % dos sólidos totais do leite (MONZÓN E OLANO, 1977).

A fração protéica do soro contém aproximadamente 50% de β -lactoglobulina, 25% de α -lactoalbumina e 25% de outras frações protéicas, incluindo as imunoglobulinas (ZADOW, 1986). A Tabela 02 relaciona algumas das características das proteínas do soro.

Tabela 02. Distribuição percentual das proteínas do soro e suas propriedades físicas.

Proteína	% Proteína	Peso Molecular	PI (Ponto Isoelétrico)
α -lactoglobulina	55 – 65	18.300	5,13 – 5,14
β -lactoalbumina	15 – 25	14.200	4,2 – 4,5
Imunoglobulinas	–	80.000 – 900.000	5,5 – 8,3
Albumina do soro bovino	–	66.300	4,7 – 4,9
Caseína solúveis	–	15.000	4,6 – 5,1
Proteínas menores	< 0,5	30.000 – 100.000	–

Fonte: Adaptado de HARPER (1984).

O soro é mundialmente empregado na fabricação de vários tipos de queijos. PINTADO & MALCATA (1999) relatam que a produção de queijos de soro, como o é o tradicional Requeijão, constitui um veículo aceitável para o consumo integral dessas proteínas. De acordo com FACHIN (1999) o soro obtido da produção do queijo minas frescal possui uma composição média de 0,36% de cinzas, 0,66% de proteína, 0,32% de gordura, 4,91% de lactose e umidade de 93,7%, enquanto que o concentrado de soro possui 5,48% de cinzas, 31,3% de proteína, 8,2% de gordura para um fator de concentração (FC 8).

2.2. Concentrado protéico de soro

A recuperação das proteínas do soro é uma prática largamente utilizada nos países desenvolvidos na produção de concentrados e isolados protéicos. Os processos de recuperação se fundamentam nas diferenças de pesos moleculares e de carga iônica das proteínas, bem como da insolubilidade a elevadas temperaturas (MATHEWS, 1984). O produto comercial protéico de soro mais importante é o concentrado protéico de soro (WPCs) que contém aproximadamente 95% de proteína, e o isolado protéico de soro (WPIs), que contém aproximadamente 95% de proteína (MORR & NA, 1993).

A fabricação do concentrado protéico de soro (WPCs) envolve o processo de ultrafiltração do soro e também diafiltração, para remover efetivamente a maior parte da lactose, minerais e outros componentes de baixo peso molecular. Além disso, o retentado é normalmente concentrado por evaporação antes da realização do processo de secagem para

minimizar os custos da remoção da água e para melhorar as propriedades físicas do pó (HOBMAN, 1992).

De acordo com HINRICHS (2001) a vantagem da incorporação de proteínas do soro em queijos reside no seu valor nutricional, aumento no rendimento da fabricação, especialmente queijos com baixo teor de gordura, e melhoria da qualidade sensorial. A fabricação de queijo, requer no entanto, ajustes na composição dos ingredientes para produzir um produto de qualidade, e as alterações na textura não são negativas e constituem uma oportunidade para criar novos produtos cremosos e de estrutura flexível com altas quantidades valiosas de proteínas do soro.

As proteínas do concentrado de soro tem propriedades funcionais de solubilidade, viscosidade, emulsificação, gelificação e formação de espuma (MORR, 1979; MORR & NA, 1993;) e tem aplicação como ingrediente em produtos cárneos, de panificação e confeitaria, bebidas, produtos fermentados, sorvetes, alimentos para crianças, alimentos promotores da saúde humana e produtos congelados (GUPTA & THAPA, 1991; De la FUENTE et al, 2002;). A Tabela 03 ilustra as propriedades funcionais de proteínas em alimentos.

Tabela 03. Funcionalidade de proteína em alimentos.

Propriedade	Modo de ação	Sistema alimentício
Solubilidade	Solvatação da proteína	Bebidas
Ligação e absorção de água	Ligação de hidrogênio da água; a água fica retida	Carnes, embutidos, pães, bolos
Viscosidade	Espessamento, ligação de água	Sopas, molhos, maionese ou similar
Gelificação	Formação de matriz protéica e solidificação	Carnes, géis, queijos e produtos assados
Coesão-adesão	Proteína atua como material adesivo Ligação hidrofóbica no glúten; ligações dissulfídicas em géis	Embutidos cárneos, produtos assados e massas
Elasticidade	Formação e estabilização de emulsões de gordura	Carnes, produtos de panificação
Emulsificação	Forma filmes estáveis para o aprisionamento do gás	Embutidos, molhos, sopas e alimentos infantis
Formação de espuma	-----	Coberturas, sobremesas, bolos

Fonte: HARPER (1984)

MING (2000) relata que uma das principais vantagens das proteínas do soro em queijos fundidos, processados e requeijão são: alta solubilidade em que as proteínas do soro são altamente solúveis em uma ampla faixa de pH, além de permanecerem estáveis quando são adicionados ácidos, ajudando a criar texturas cremosas, lisas, sem traços de arenosidade e com pouca ou nenhuma friabilidade. Outra vantagem seria a de emulsificação, promovendo a emulsão de gordura e óleo de forma muito eficiente, formando emulsões estáveis com facilidade, podendo ser usadas para substituir emulsificantes químicos em determinados sistemas. Além disso, a gordura presente em produtos de soro contém níveis relativamente elevados de fosfolipídeos, como a lecitina, o que aumenta a capacidade emulsificante dos ingredientes de soro. Como agente extensor, os componentes do soro podem ser utilizadas como substitutos de baixo custo, em formulações de requeijão, além de poderem ser usados para substituir gordura de uma maneira economicamente interessante.

O uso racional do soro em queijos processados e produtos afins, possui aplicações funcionais importantes. Proteínas do soro são altamente desejáveis durante a trituração, cozimento, embalagem e resfriamento da massa do queijo. Ligam altas quantidades de água por meios físicos e químicos, o que pode afetar negativamente algumas propriedades de queijos processados como o derretimento, estirramento e espalhamento. Melhoram a textura, aumentando a cremosidade e reduzindo a granulosidade. São altamente solúveis em uma larga faixa de pH e estáveis a adição de ácidos (YOUNG, 1999). Na Tabela 04 podem ser observados os benefícios funcionais gerais e específicos dos produtos à base de soro em queijos processados.

Tabela 04. Benefícios funcionais gerais de produtos de soro em queijo processado.

Funcionalidade	Impacto geral	Impacto específico em queijos processados
Solubilidade	Textura suave na maioria dos níveis usados	Textura cremosa em altas taxas de uso
Solubilidade à diferentes pH	Alta solubilidade em larga faixa de pH	Soluções estáveis com adição de ácidos
Ligação de água	Ligação e entrada de água	Produce corpo e textura
Viscosidade	Espessamento	Produce corpo e textura
Gelatinização	Forma gel durante processamento térmico	Substituição da gordura do leite
Emulsificação	Forma emulsões estáveis gordura/óleos	Substituição proteína caseína
Formação de espuma	Forma filme estável	Produce estrutura
Estabilidade da Espuma	Produce estrutura estável em alimentos batidos	Produce estrutura estável
Opacidade	Proporciona opacidade para alimentos com baixa gordura	Melhora aparência e adiciona sabor
Sabor e aroma	Sabor moderado de leite	Compatível com outros sabores de leite Baixo impacto sobre o sabor a níveis de uso recomendado
Nutrição	Fonte de alta qualidade de proteína e cálcio	Excelente para propósito de enriquecimento e fortificação
Depressão do ponto de congelamento	Reduz ponto de congelamento de sais e lactose	Admite manejo do ponto de congelamento para alimentos preparados congelados

Fonte: Adaptado de (YOUNG, 1999).

As proteínas do soro são sensíveis ao tratamento térmico, desnaturam e agregam em temperaturas acima de 70⁰C. De acordo com De la FUENTE et al (2002), o processo de padronização que envolve a clarificação do soro, a ultrafiltração seguidos de diafiltração,

concentração, evaporação e finalmente secagem, utilizado na Nova Zelândia, para obter concentrado protéico de soro, não causou alterações significativas na composição e agregação das proteínas do soro. Além disso, a presença de pequenas quantidades de agregados protéicos nestes produtos, provavelmente resultou do tratamento térmico aplicado na pasteurização do leite e soro, do que no processo de concentração e secagem. Os resultados também indicaram que ocorreram diferenças significativas na composição e no estado de agregação das proteínas, entre o soro ácido e o soro doce de queijo, o que, provavelmente reflete diferentes tratamentos térmicos utilizados na fabricação da caseína e do queijo. Diferenças na composição da proteína e funcionalidade entre diferentes tipos de soro são provavelmente mais relacionados ao processo que é usado na fabricação de caseína ou queijo, do que nas alterações durante o processo de fabricação do concentrado protéico de soro. As variações nos níveis de agregação e desnaturação protéica também resultam em diferentes propriedades físico-químicas e funcionais do produto final (de WIT et al, 1996; Holt et al, 1999 a, b).

O valor nutricional do soro de queijo está principalmente na qualidade de suas proteínas, uma vez que não estão presentes em quantidades significativas, mas são de maior valor biológico (VIOTTO, 1993). As proteínas do leite, caseína e proteínas do soro contém, em quantidades variadas, todos os aminoácidos necessários aos seres humanos e possuem um excedente de aminoácidos essenciais que as tornam valiosas na suplementação de proteínas vegetais (CHEFTEL et al, 1989). A caseína, pelo seu valor nutricional, é usada rotineiramente, como uma proteína de referência para avaliar a qualidade protéica em alimentos. As proteínas do soro tem um quociente de eficiência protéica de 3,4, superando o da caseína que é de 2,9 (DELANEY, 1976), em razão do seu maior teor em aminoácidos sulfurados. Além disso, a α -lactoalbumina contém quantidades significativas de triptofano (JONAS et al, 1976). A Tabela 05 relaciona a composição de aminoácidos do soro de queijo Cheddar.

Tabela 05. Composição de aminoácidos do soro de queijo Cheddar.

Aminoácido	Soro (%)
Lisina	1,12
Histidina	0,24
Arginina	0,29
Treonina	0,63
Valina	0,67
Metionina	0,23
Isoleucina	0,60
Leucina	1,32
Fenilalanina	0,42
Triptofano	0,24
Ácido aspártico	1,24
Serina	0,59
Ácido glutâmico	2,16
Prolina	0,64
Glicina	0,25
Alanina	0,56
Cistina	0,24
Tirosina	0,36

Fonte: MC DONOUGH et al(1971).

2.3. O uso da ultrafiltração na indústria de laticínios

A ultrafiltração é um processo de fracionamento físico-químico e uma técnica de concentração, onde uma solução pressurizada flui sobre uma membrana porosa, permitindo a passagem de moléculas pequenas e realizando a separação seletiva de proteína da lactose, sais e água, em graus variados, sob condições brandas de temperatura e Ph, evitando um alto grau de desnaturação protéica (VIOTTO, 1993). É um processo largamente usado na indústria de laticínios para pré-concentração de leite e processamento de soro (FANE et al, 1997).

O papel fundamental de uma membrana de ultrafiltração é atuar como barreira seletiva, permitindo a passagem de certos componentes, e retendo outros, em uma mistura. A seletividade da membrana está relacionada às dimensões da molécula ou partícula e ao

tamanho do poro, assim como à difusividade do soluto na matriz e às cargas elétricas associadas (CHERYAN, 1998). O poro de uma membrana é normalmente referido na literatura e, especialmente, pelos fabricantes, através da *massa molecular de corte*, que designa a massa molecular do menor componente que será retido com uma eficiência de 95%. Em geral, quando se trata de separação de macromoléculas, a unidade mais utilizada para a massa molecular de corte é o Dalton (MODLER, 2000). A ultrafiltração retém macromoléculas ou partículas maiores que 0,002 a 0,2 μm (ou 500 a 300.000 Daltons) (OSTERGAARD, 1989).

A tecnologia de membrana oferece inúmeras vantagens na indústria de laticínios, tais como: tratamento brando a baixas temperaturas (45-55⁰C), aumento da qualidade do produto em comparação com outras técnicas que utilizam tratamentos térmicos mais severos; baixo consumo de energia, incrementando a eficiência, além de simplificar o “*Lay out*” de uma planta industrial (ALBRECHT, 1989; GLOVER & GRANDISON, 1994; GUN, 1995; RAUTENBACH & ROSENBERG, 1995). Das membranas utilizadas em ultrafiltração, os modelos de fibras paralelas ou também chamadas de “Hollow Fiber”, têm baixo custo de investimento, sua substituição é fácil e a área de membrana por unidade de volume é grande (MODLER, 2000).

A ultrafiltração é comumente aplicada na fabricação de uma grande variedade de queijos frescos como quark, ricota, camembert ou queijos salgados como o feta, e oferece vantagens econômicas e tecnológicas. As primeiras tentativas para o uso da ultrafiltração na fabricação de queijos frescos ácidos foram associadas com dificuldades relacionadas ao processamento com membranas de leites acidificados. A aplicação da ultrafiltração em condições de pH elevado, antes do estágio da fermentação, resultou em problemas sensoriais relacionados ao aumento da atividade proteolítica e desbalanço do conteúdo de minerais. Com o desenvolvimento de membranas mais avançadas como de cerâmica e polisulfonas, a ultrafiltração pode ser aplicada à leite com pH de 4,4 a 4,6 para produzir variedades de queijos frescos que são competitivos, ou mesmo iguais, ou de qualidade superior quando comparado aqueles preparados segundo métodos tradicionais. As aplicações da ultrafiltração na fabricação de queijos diferem principalmente na extensão da concentração de leite antes do processo de fabricação do queijo. Com o uso do fator de

concentração de 1,2-2:1 em leite, pode-se obter um aumento do conteúdo protéico no leite para 4,5-5%, sendo conhecido como retentado de baixa concentração. Um fator de concentração 2-6:1 é conhecido como retentado de média concentração, podendo-se alcançar 6-8% no rendimento de queijo. Um terceiro método do uso da ultrafiltração na obtenção de líquido pré-queijo, resulta em composição equivalente à coalhada drenada (ROSENBERG, 1995).

2.4. Caracterização de requeijão cremoso e os queijos fundidos

De acordo com YOUNG (1999) existem dois tipos básicos de queijos processados: acondicionado à frio e processado pasteurizado. O termo processado é comumente associado com queijos pasteurizados. Existem vários tipos de classificações de queijos processados, que refletem usos comerciais. As diferenças fundamentais entre estas classificações são baseadas na diferença de composição, quantidade e tipos de queijos que podem ser usados, ingredientes permitidos, gordura final e umidade desejada, perfil de cor e sabor desejado, finalidade de uso como de corte, espalhável, tempero, recheio ou pasta como ingrediente alimentar industrial.

O requeijão é um queijo tipicamente brasileiro e ocupa hoje um lugar de destaque no mercado nacional. Dentre os queijos fundidos, o requeijão cremoso é o mais largamente consumido. De acordo com FERNANDES (1996), foram comercializadas em 1995, 25 mil toneladas desse produto, perfazendo 8% da produção total de queijos (Figura 01).

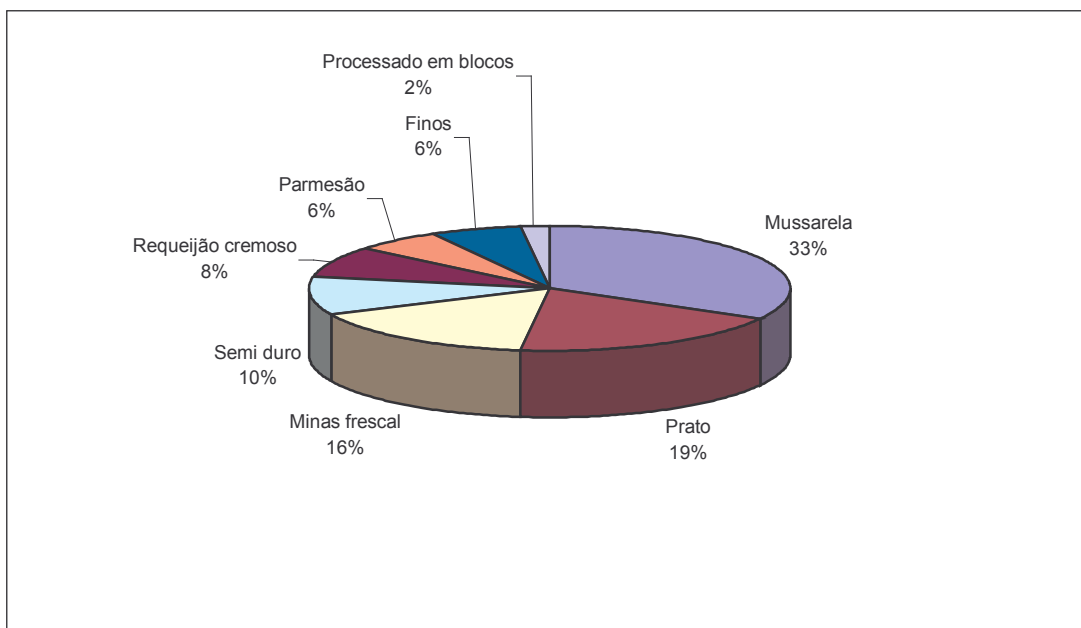


Figura 01. Queijos mais consumidos no Brasil (FERNANDES, 1996).

Com o nome de requeijão, encontra-se no mercado brasileiro produtos com diferentes teores de umidade, desde bem cremosos até bastante firmes, possíveis de serem cortados em fatias, como é o caso do requeijão do norte. O requeijão cremoso deve ter 57-60% de umidade, 28-30% de gordura, pH entre 5,7 e 5,9 e um teor de sal de 1,4-1,6%. Já o requeijão de corte deve ter entre 49-54% de umidade, 24-27% de gordura, pH entre 5,2 e 5,5 e um teor de sal entre 1,0-1,5% (OLIVEIRA, 1986).

Segundo a Portaria 356 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1998), denomina-se Queijo Processado o “produto obtido por trituração, mistura, fusão e emulsão, por meio de calor e agentes emulsionantes de uma ou mais variedades de queijos, com ou sem adição de outros produtos lácteos e/ou sólidos de origem láctea e/ou especiarias, condimentos ou outras substâncias alimentícias na qual o queijo constitui o ingrediente lácteo utilizados como matéria-prima preponderante na base láctea”. O produto assim definido pode ser denominado Queijo Processado, Queijo Fundido ou Queijo Processado Pasteurizado. LERAYER et al (1998) descrevem que o requeijão cremoso deve ter teor mínimo de 55% de matéria gorda no extrato seco/100g de produto e umidade/100g de no máximo 65%.

2.4.1. Obtenção e fusão da massa do requeijão cremoso

A massa do requeijão cremoso pode ser obtida pela coagulação enzimática do leite desnatado pasteurizado, pela adição de coalho e das culturas lácticas acidificantes *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*, ou pela precipitação do leite desnatado aquecido a 85°C, desaconselhando-se a utilização de leite não pasteurizado. Segundo o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Leite e Produtos Lácteos de 1997, o produto deverá ser submetido a aquecimento mínimo de 80°C, durante 15 segundos, ou qualquer outra combinação tempo/temperatura equivalente. Na prática, a mistura é aquecida a 65-70°C por 5 minutos, sob vácuo e agitação constante. A seguir, a temperatura é elevada para 75-80°C por 3 minutos e, finalmente, para 92-95°C por 2 minutos (MORENO et al, 2002).

PISKA & STETINA (2004) descrevem que o queijo processado é produzido pela mistura de diferentes tipos de queijos com níveis variados de maturação, com agentes emulsificantes, seguido por aquecimento da mistura, em condições de vácuo parcial, com agitação constante, até obtenção de uma massa homogênea. Podem ainda ser adicionados outros ingredientes derivados do leite como manteiga, creme, leite em pó desnatado, soro em pó e ingredientes de origem vegetal e sal. DIMITRELI & THOMAREIS (2004) também descrevem que o processamento durante a fabricação de queijo processado requer agitação e aquecimento da mistura da massa básica de queijo, água, manteiga e outros ingredientes, na presença de sais emulsificantes.

Uma das condições mais importantes na fabricação de queijo fundido pastoso e seus derivados, é a formação de uma estrutura curta e estável, conferindo característica de untabilidade necessária ao produto, denominada de cremificação, e é proporcionada pelo uso de sal emulsificante (FERNANDES, 1980). O tipo e a quantidade de sal emulsificante que deve ser adicionada à massa, é determinada em função de vários fatores, como o pH, grau de maturação e estrutura do queijo usado como matéria-prima, grau de cremificação e características de textura desejada para o produto final (ZEHREN & NUSBAUM, 1992).

O tratamento mecânico é necessário para a hidratação das proteínas que, juntamente com o tratamento térmico, tipo de coágulo, conteúdo de gordura e sais

fundentes, pH e tempo de cozimento da massa, determinarão a textura do produto final, que é reconhecida como um de seus principais atributos de qualidade (RAPACCI, 1997).

2.4.2. Determinação da textura de requeijões cremosos

Existem vários métodos para determinar a textura de queijos processados: teste de derretimento, avaliações sensoriais e instrumentais, com diferentes níveis de eficiência. O teste de derretimento proposto por OLSON & PRICE (1958), adaptado por GIGANTE (1998) para avaliar a textura de requeijões, consiste no escorrimento de um volume de 15,0 g de massa de requeijão cremoso durante um certo período de tempo à 110°C, avaliando-se em mm a distância percorrida, em um tubo cilíndrico de vidro, disposto sobre um estrado de madeira. Este índice de escorrimento também é denominado de “fluxo de queijo”. De acordo com GIGANTE (1998) a adição de concentrado protéico de soro em requeijões, influenciou significativamente a capacidade de derretimento das amostras. Entretanto, esse efeito não deve ser avaliado individualmente uma vez que a interação do pH de ultrafiltração e a adição de concentrado protéico de soro, também influenciaram significativamente a capacidade de derretimento das amostras. Por outro lado, o autor concluiu que a adição de concentrado protéico de soro nas amostras de requeijão cremoso, em quantidade que permita um aumento de 50% na relação inicial proteína solúvel/caseína, diminuiu a capacidade de derretimento da amostra, representada pela redução do fluxo de queijo.

Os parâmetros físico-químicos comumente envolvidos no resultado do fluxo de queijo são: a umidade, que segundo FOX et al (2000) o aumento da umidade geralmente resulta em produtos mais moles, menos elásticos e mais adesivos e mais espalháveis, e o pH, que determina a fluidez e a cremosidade dos queijos processados, sendo que, queijos com pH acima de 5,7 resultam em produtos que tendem a ter consistência cremosa e mole (BERGER et al, 1989).

A produção de queijos de alta qualidade requer controle preciso, o que é determinado pela textura, aparência e sabor do produto. Segundo FOEGEDING et al (2003) a textura dos alimentos é avaliada por análise sensorial descritiva. Este método usa termos que descrevem as sensações de textura percebidas com a primeira mordida, através da

mastigação e engolimento. Um componente da textura sensorial é a propriedade mecânica, cujos valores são determinadas por métodos empíricos ou fundamentais, entretanto, é necessário compreender a base molecular da textura, exigindo então testes fundamentais. Em geral, termos sensoriais e reológicos que relatam a dureza e elasticidade de queijos, são altamente correlacionados, entretanto, termos sensoriais, que descrevem a adesividade e coesividade, são fracamente correlacionados com as propriedades reológicas.

VAN DENDER et al (2003b) estudaram as características físico-químicas de oito requeijões cremosos light e oito requeijões comerciais, e o perfil de textura instrumental utilizando o analisador de textura TA-XT₂. Estes autores encontraram valores médios para os requeijões cremosos light de pH entre 5,57 e 6,12, extrato seco total 19,39 e 36,54%, gordura 1,01 e 21,49%, proteína total de 10,94 e 13,24%, cinzas de 1,58 e 3,52%, enquanto que para os requeijões cremosos comerciais os valores de pH se encontraram entre 5,45 e 5,86%, extrato seco total 36,79 e 44,04%, gordura 21,32 e 31,28%, proteína total 8,58 e 11,09% e cinzas 1,42 e 2,67%. Os autores encontraram ainda grandes variações dos parâmetros do perfil de textura, no qual a firmeza, adesividade e gomosidade das amostras, apresentaram grande variabilidade, destacando-se as amostras mais firmes, mais adesivas e as mais gomosas, enquanto encontraram também amostras equidistantes, que apresentaram os menores valores para tais parâmetros. Para os parâmetros de elasticidade e coesividade, o intervalo de variação foi pequeno. Ocorreram diferenças significativas em todos os parâmetros de textura das amostras de requeijões cremosos light, porém verificaram menor faixa de variação das médias quando comparado ao mesmo parâmetro para o requeijão cremoso correspondente.

A avaliação físico-química e perfil de textura instrumental de requeijão cremoso em diferentes tipos de embalagens foi realizada por VAN DENDER et al (2003^a), que observaram a ocorrência de diferenças significativas entre as amostras ao longo do tempo de estocagem, na ausência de luz, em embalagem de bisnaga coextrusada, nos parâmetros de adesividade e gomosidade. No entanto, para o estudo na presença de luz, os resultados mostraram que houve diferença significativa no tempo de estocagem para os parâmetros de adesividade e coesividade, no mesmo tipo de embalagem, e para o parâmetro de elasticidade nas embalagens de pote polipropileno e vidro abre fácil.

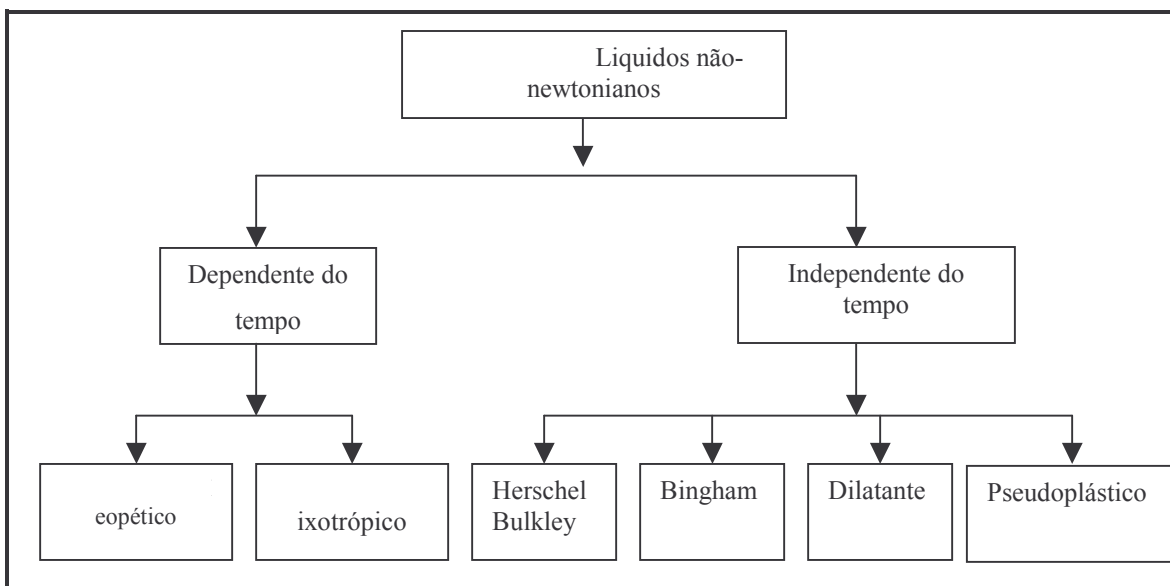
ADHIKARI et al (2003) estudaram diferenças existentes entre queijos com baixo teor de gordura, gordura integral e defumados dos tipos cheddar, gouda e suíço, correlacionando dados de textura sensorial e instrumental. Os autores avaliaram que todos os dados de textura dos queijos testados, diferiram significativamente ($P < 0.05$) entre si. Através da Análise de Componentes Principais (ACP), CP1, CP2 e CP3, explicaram conjuntamente 97,06% da variação dos dados, sendo a coesividade o principal parâmetro que explicou CP1, dureza e gomosidade explicou CP2, sendo a dureza correlacionada negativamente com gomosidade, mostrando que o queijo gouda defumado foi muito duro enquanto cheddar defumado foi elástico. Os queijos com baixo teor de gordura e gordura integral apresentaram dados instrumentais de análise de textura similares, sendo necessário outras análises para discriminar os resultados. Foram observadas correlações entre dados de textura sensorial e de textura instrumental.

2.4.3. Propriedades reológicas de requeijão e queijos processados

O conhecimento do comportamento reológico de alimentos é essencial para o processo de desenvolvimento e avaliação, controle de qualidade e aceitabilidade (RAO, 1977), e o conhecimento de sua viscosidade é necessário para operações de modelização e otimização tecnológica (DIMITRELI & THOMAREIS, 2004). Numerosos testes e equipamentos tem sido descritos, relatando a importância da determinação de medidas reológicas para alimentos (RAO, 1999), mas somente alguns reômetros capilares e os rotacionais com geometrias bem definidas como cilindros concêntricos, placas paralelas ou cone-placa podem quantificar a taxa de deformação do sistema de medida (STEFFE, 1996). FOEGEDING et al (2003) relatam que a reologia de alimentos é a ciência que investiga a relação entre a tensão (σ), força (γ) e tempo de extensão de alimentos, para compreender os efeitos do processamento sobre os produtos, a estrutura do sistema e revela aspectos críticos da textura do alimento.

De acordo com o que relata RAO (1977), a viscosidade de um alimento líquido depende da temperatura e da composição, e pode também depender da taxa de corte, tensão de cisalhamento e duração do corte. SINGH & HELDMAN (1993) relatam que o

coeficiente de viscosidade de um líquido é influenciado pela temperatura que muitas vezes é alterada significativamente durante operações de processamento, e isto é importante para obter valores de viscosidade apropriada. O impacto da temperatura sobre a viscosidade, também requer que, durante a realização dessas medidas sejam tomados cuidados extras para evitar flutuações de temperatura. VITALI (1983) relata que, do ponto de vista reológico, os fluidos são classificados em: newtonianos, no qual a relação entre a tensão de cisalhamento e gradiente de velocidade é constante para dada temperatura e pressão, e não-newtonianos, onde a tensão de cisalhamento não é, em dadas condições, proporcional ao gradiente de velocidade. Quando o comportamento independe do tempo, são também chamados de pseudoplásticos. Este comportamento é explicado, segundo HOLDSWORTH (1971), pela destruição da estrutura formada por cadeias longas, com o aumento dos gradientes de velocidade, no qual, essas cadeias tendem a se alinhar paralelamente às linhas de corrente, diminuindo a resistência ao escoamento. Existem ainda sistemas mais complexos, que podem agir como sólidos ou líquidos, conforme a tensão aplicada. Em geral, retirada a tensão, possuem recuperação elástica de sua estrutura e são classificados como viscoelásticos. Como a grande maioria dos alimentos, o requeijão possui um comportamento pseudoplástico e, em alguns casos, como tixotrópico (BARONI et al, 1999). Na Figura 02 está apresentada a classificação de líquidos não-newtonianos (SINGH & HELDMAN, 1993).



Adaptado SINGH & HELDMAN (1993).

Figura 02. Classificação de líquidos não-newtonianos.

Vários são os modelos independentes do tempo utilizados para determinar o comportamento reológico de fluidos, com tensão residual como os modelos de Bingham, Herschel-Bulkley e Casson, e sem tensão residual, dos quais dois são normalmente utilizados como o modelo Newtoniano e o modelo da Lei de Potência, expressada pela equação de Ostwald-de-Waele, $\tau = K \dot{\gamma}^n$, onde K é o índice de consistência, e n é o índice de comportamento. O parâmetro n pode assumir valores menores, iguais ou maiores que a unidade. Para valores de n menores que a unidade, a viscosidade aparente decresce com o aumento do gradiente de velocidade, e o fluido é dito pseudoplástico. O modelo da lei da potência, devido à sua simplicidade, é um dos mais difundidos na literatura, e a maioria dos procedimentos existentes para cálculos relacionados com fluidos não-newtonianos, baseia-se nele (VITALI, 1983).

De acordo com o que relata RAO (1977), a viscosidade de um alimento líquido depende da temperatura e da composição e pode depender também da taxa de corte e tensão e da duração do corte.

Propriedades reológicas e de textura são grandemente influenciadas pela composição química, como sólidos totais, gordura em base seca, pH, maturação da mistura de queijos, tipo e quantidade de sais emulsificantes (CARIC et al, 1985; MAYER, 2001;

BOWLAND & FOEGEDING, 2001) como também pelas condições de processamento de temperatura e resfriamento da massa derretida (MARCHESSEAU & CUQ, 1995). PISKA & STETINA (2004) relataram que, para a produção de queijo processado tipicamente industrial são utilizados queijos semi-maturados de pequena estrutura, com proteína parcialmente hidrolisada, empregando 30% de queijos frescos, 50% de queijos semi-maturados e 20% de queijos maturados. Segundo CARIC & KALÁB (1993), a principal vantagem da utilização de queijos frescos, como ingredientes na fabricação de queijos processados, é a redução de custos e a formação de emulsões estáveis com alta capacidade de retenção de água e a formação de corpo. Por outro lado, como desvantagem pode ser produzido um queijo com sabor insípido e com tendência de endurecer durante armazenamento. Por conseguinte, a utilização de alto conteúdo de queijos extra-maturados na mistura, resulta no desenvolvimento de um produto com máximo sabor, boas propriedades de fluxo e alto índice de derretimento. Entretanto, apresenta como desvantagem, um sabor forte, baixa estabilidade de emulsão e consistência mole.

De acordo com GARRUTI et al (2003) 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 e cristalizada.

PISKA & STETINA (2004) avaliaram que, aumentando a quantidade de uso de queijos maturados utilizados como ingredientes na fabricação de queijos processados, ocorreram diminuição nos índices de consistência e de comportamento e nos parâmetros de textura de dureza, adesividade e viscosidade.

O estudo de reologia de três queijos frescos (Mozzarella, Monterey Jack e queijo processado) realizado por BROWN et al (2003) revelou que as propriedades reológicas foram altamente associadas aos parâmetros de dureza e elasticidade. A combinação do teste de fratura e de arrastamento, definiu cinco propriedades reológicas que os autores correlacionaram com oito, dos dez termos sensoriais analisados. As características de mastigabilidade foram as menos correlacionadas com as propriedades reológicas. Também houve uma relação entre parâmetros analisados de textura instrumental

analisados e certos atributos sensoriais. O estudo sugere ainda que as propriedades reológicas fundamentais podem ser usadas para compreender a textura de queijos.

Quando estudaram a viscosidade aparente de queijos processados, DIMITRELI & THOMAREIS (2004) concluíram que a medida que ocorre aumento no conteúdo de umidade, ocorre também aumento no índice de comportamento, e o fluído tende a assumir comportamento Newtoniano. O índice de comportamento é também aumentado pelo aumento da temperatura. A altas concentrações, a molécula de proteína hidratada em estado nativo tem falta de orientação e redução de mobilidade, resultando em soluções altamente viscosas. Estas soluções exibem propriedades pseudoplásticas, as quais indicam que sua viscosidade decresce logo que sua taxa de corte aumenta. Este comportamento pode ser explicado pela rotação progressiva e orientação das macromoléculas em direção do fluxo. Aumentando o conteúdo de umidade e temperatura, aumenta a mobilidade da molécula protéica para a rotação, assim, a solução exibe menor comportamento dependente de corte. Aumentando o conteúdo protéico, aumenta o índice de consistência da viscosidade aparente do queijo processado. Isto tem como resultado um aumento no volume hidrodinâmico e aumento da resistência ao fluxo. Por outro lado, a relação exponencial entre índice de consistência e proteínas é evidente, obtido pela análise de regressão, mas com o aumento da umidade, o índice de consistência é reduzido. Isto indica que queijo processado, com alto conteúdo de umidade, seria menos viscoso do que outro, com menor conteúdo de umidade. Além disso, a gordura não afeta significativamente a viscosidade aparente de queijo processado.

MLEKO (2004) estudou as propriedades reológicas de produtos comerciais a base de soro, como soro em pó, soro em pó desmineralizado, concentrado protéico de soro e isolado protéico de soro. O índice de consistência possui alta dependência da concentração de proteína em diferentes dispersões de proteína de soro. Gordura e minerais foram provavelmente os constituintes que influenciaram altamente a viscosidade das dispersões dos produtos à base de soro. A viscosidade do soro em pó e do concentrado protéico de soro, à base de 30%, foram altamente dependentes da concentração protéica. Ocorreu aumento na tixotropia dos produtos com aumento da concentração protéica sendo

observado um alto valor para soro em pó e concentrado protéico de soro com menor conteúdo de proteína, de 35,5 e 65,3%.

2.4.4. Perfil sensorial de requeijões cremosos

Defeitos de sabor e textura podem ser provocados devido ao excesso de adição de sal emulsificante, com alto conteúdo de fósforo e que, quando combinado a determinadas condições de processamento, como o binômio tempo/temperatura, levam a algum tipo de hidrólise das caseínas, resultando em alta quantidade de peptídeos de baixo peso molecular, gerando estes tipos de defeito em queijos processados (MAYER, 2001).

A textura sensorial é complexa e as propriedades geométricas, como sensação física bucal, maciez, arenosidade e umidade, bem como, às propriedades mecânicas como dureza, coesividade e elasticidade, são avaliadas na boca (MEILGAARD et al, 1999). FOEGEDING et al (2003) descrevem que testes de textura sensorial podem ser divididos em duas categorias, afetivos e analíticos. Testes afetivos envolvem consumidores e suas percepções de aceitabilidade e conceitos de textura. Alguns testes são usados para explorar o papel que a textura exerce na escolha e aceitação do consumidor. Testes analíticos envolvem o uso de cabines ou mesa-redonda cujas respostas são tratadas como dados instrumentais. Assim, testes discriminatórios se constituem em uma poderosa ferramenta no arsenal sensorial, a análise descritiva. A análise descritiva é uma ferramenta de escolha de diferenciação qualitativa e quantitativa de queijos, explorando e definindo a relação entre percepção sensorial e instrumental de textura de queijos.

A caracterização do perfil sensorial e de textura de queijos pode ser avaliada através da correlação entre medidas instrumentais de análise e métodos sensoriais, com variados níveis de sucesso. AGBOOLA et al (2004) ao analisar as características sensoriais e de textura instrumental de queijos aromatizados com ervas flavorizantes, após 90 dias de maturação, concluíram haver diferença significativa ($p < 0,05$) entre os parâmetros de aceitação global e de dureza. Outrossim, alterações na adesividade e na mastigabilidade, foram significativas durante a maturação de todas as amostras. Os dados da análise do perfil de textura (TPA) mostraram diferenças significativas entre as amostras e durante a

maturação, para todos parâmetros de textura medidos. Contudo, somente o parâmetro sensorial de dureza foi significativamente correlacionado com os parâmetros de textura instrumental. Os resultados indicaram que métodos instrumentais foram melhor do que métodos sensoriais na discriminação entre as amostras, especialmente durante a maturação.

A análise descritiva quantitativa e análise de componentes principais foi utilizada por CHAPMAN et al (2001) para caracterizar o perfil sensorial de leite ultrapasteurizado, utilizando como descritores atributos de aroma, sabor, textura e gosto residual, analisados após 2, 29 e 60 dias de armazenamento a 6°C em uma escala de 0 à 10. O perfil sensorial indicou que leite ultrapasteurizado com teor reduzido de gordura apresentou como característica sensorial mais relevante os atributos a cozido tanto de aroma quanto de sabor, mas com o tempo, a percepção destes atributos são reduzidos, assim como também os atributos caramelizado de aroma, caramelizado de sabor e aroma à malte, ao passo que, após 61 dias de armazenamento os atributos de amargo, aguado e amargo residual, tornaram-se aparentes. Por outro lado, o leite ultrapasteurizado sem gordura, tinha menos aroma caramelizado e aroma a malte e sabor caramelizado. O leite ultrapasteurizado com teor reduzido de gordura, apresentou, em geral, melhor qualidade sensorial, recebendo do painel sensorial nota 8,1, comparado ao leite ultrapasteurizado sem gordura que recebeu nota 6,4. Os resultados indicaram que a soma dos quatro componentes principais (CPA1, CP2, CP3, CP4) foram responsáveis pela explicação conjunta de 94,4% da variação entre as amostras analisadas.

BROW et al (2003) aplicaram a técnica de análise descritiva quantitativa utilizando uma equipe sensorial composta por 15 pessoas, para caracterizar o perfil sensorial de três diferentes tipos de queijos, dos quais, o queijo processado foi melhor avaliado em relação aos atributos de coesividade, adesividade, fraturabilidade e maciez comparado aos queijos muzzarella e Monterey Jack, após quatro dias de sua fabricação. Entretanto, recebeu menor nota na avaliação do atributo de dureza, comparado ao queijo Monterey Jack. A análise de componentes principais revelou que os três componentes avaliados explicam 96,1% da variação total entre os queijos. DI CAGNO et al (2003) analisaram as características sensoriais de três queijos com olhaduras de denominação de origem: Canestrato Pugliese, Fiore Sardo e Pecorino Romano, e encontraram diferenças

significativas ($p < 0,05$) em 19 dos 33 termos descritores avaliados, quatro relacionados ao odor, 12 ao sabor e três termos relacionados ao sabor residual. Os termos que melhor descrevem a variabilidade sensorial entre os queijos, compõem o primeiro e o segundo componente principal, somando 67% da variação dos dados. Entretanto, os três primeiros componentes principais somam 81% da explicação da variância experimental dos queijos.

ADHIKARI et al (2003) estudaram sete atributos de aroma e oito atributos de sabor de queijos com baixo teor de gordura, gordura integral e defumados dos tipos cheddar, gouda e suíço, no qual os queijos suíços e cheddar defumado foram categorizados como sendo secos, esfarelados e borrachento, enquanto o queijo gouda defumado apresentou uma característica granulada e altamente seca.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADHIKARI, K.; HEYMANN, H.; HUFF, H. E. Textural characteristics of lowfat, fullfat and smoked cheeses: sensory and instrumental approaches. **Food quality and Preference**, v. 14, p. 211-218, 2003.

AGBOOLA, S.; RADOVANOVIC-TESIC, M.; LILLYWHITE, B. Sensory and instrumental textural changes during maturation of vacuum-packed cheeses containing Australian native herbs. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 59, n. 3, p. 221-225, 2004.

BARONI, A. F.; FREITAS, I. C.; da CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D.; MENEGALLI, F. C. **Caracterização reológica de requeijão cremoso tradicional e com teor reduzido de gordura: viscosidade extensional e em cisalhamento**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 2, n.1-2, p. 21-29, 1999.

BARROS NETO, B. et al. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999, 1995.

BERGER, W.; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K.; UHLMANN, G. **Processed cheese manufacture: A Joha Guide**. BK. Landerburg, 1989, 238p.

BOWLAND, E. L.; FOEGEDING, E. A. Small strain oscillatory shear and microstructural analysis of a model processed cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 2372-2380, 2001.

BRASIL. Ministério do Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo processado ou fundido, processado pasteurizado ou fundido UHT(UAT). Portaria 356, de 4 de setembro de 1997. In: Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais – diet, light e enriquecido**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1998, 90-95p.

BROWN, J.A.; FOEGEDING, E. A. ; DAUBERT, C. R.; DRAKE, M. A.; GUMPERTZ, M. Relationships among rheological and sensorial properties of young cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 10, p. 3054-3067, 2003

CARIC, M.; GANTAR, M.; KALÁB, M. Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of processed cheese – a review. **Food Microstructure**, v. 4, p. 297-312, 1985.

CARIC, M.; KALÁB, M. **Processed cheese products**. In: P. F. FOX (Ed.), Cheese: chemistry, physic and microbiology (vol. 2, pp.467-505). London: Chapman & Hall, 1993.

CHAPMAN, K. W.; LAWLESS, H. T.; BOOR, K. J. Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of ultrapasteurized milk. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 1, p. 12-20, 2001.

CHEFTEL et al. **Proteínas alimentarias. Bioquímica, Propriedades Funcionales, Valor Nutricional, Modificaciones Químicas**. Zaragoza: Editora Acribia, 1989. 346p.

CHERYAN, M. **Ultrafiltration & Microfiltration Handbook**; Pennsylvania (USA) Technomic Publishing Company Lancaster PA, 1998. 560p.

De la FUENTE, M.A.; HEMAR, Y.; TAMEHANA, M.; MUNRO, P.A. & SING., H. Process-induced changes in whey proteins during the manufacture of whey protein concentrates. **International Dairy Journal**, v. 12, p. 361-369, 2002.

De WIT, J. N. KLARENBECK, G. & ADAMSE, M. Evaluation of functional properties of whey protein concentrates and whey protein isolates. 2. Effects of processing history and composition. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, v. 40, p. 41-56, 1996.

DELANEY, H.A.M. Composition, properties and uses of whey protein concentrates. **Journal Society Dairy Technology**, v. 29, p. 91-101, 1976.

DI CAGNO, R.; BANKS, J.; SHEEHAN, L.; FOX, P. F.; BRECHANY, E. Y.; CORSETTI, A.; GOBETTI, M. Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 961-972, 2003.

DIMITRELI, G.; THOMAREIS, A. S. Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity. **Journal of Food Engineering**, v. 64, p. 265-271, 2004.

FANE, A.G.; da COSTA, A.R.; CAO, Z. & WILEY, D.E. Factors affecting performance of membrane processes – the spiral wound element design and operation. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 52, p. 71-72, 1997.

FERNANDES, F. **Consumo de queijo cresce 33% em 1995**. Folha de São Paulo, São Paulo, 12 de fevereiro de 1996.

FI-FOOD INGREDIENTES, South América, Brasil, n^o17, p.31-33, mar/abr., 2002.

FOEGEDING, E. A.; BROWN, J.; DRAKE, M. A.; DAUBERT, C. R. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 585-591, 2003.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P.L.H. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersburg, Maryland: Na Aspen Publications, 2000, 587p.

GARRUTI, D. dos 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, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003.

GIGANTE, M. L. **Requeijão cremoso obtido por ultrafiltração de leite pré-acidificado adicionado de concentrado protéico de soro.** Campinas, 1998. 122p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

GLOVER, F.A. & GRANDISON, A.S. **Membrane processing of milk.** In: ROBINSON, R.K. Modern dairy technology: advances I milk processing. 2^a Ed. London: Chapman & Hall, 1994, v. 1, p. 273-312.

GUN, T. **New developments in membrane processing.** In: GAONKAR, A.G. Food Processing, Recent Developments, Editor Elsevier Science B.V., USA. 1995, p. 87-109.

GUPTA, S.K. & THAPA, T.B. Application of whey protein concentrates in food industry – A Review. **Indian Journal Dairy Science**, v. 44, p. 104-110, 1991.

HARPER, W.J. Whey proteins. **Food Technology New Zealand**, v. 19, p. 21-27, 1984.

HINRICHS, J. Incorporation of whey proteins in cheese. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 495-503, 2001.

HOBMAN, P. G. **Ultrafiltration and manufacture of whey protein concentrates.** In: ZADOW, J.G. Whey and lactose processing. London: Elsevier Applied Science, 1992.

HOLDSWORTH, S. D. Applicability of rheological models to the interpretation of flow and processing behaviour of fluid foods products. **Journal of Texture Studies**, v. 2, p. 393-418, 1971.

Holt, C. et al. Apparent chemical composition of nine commercial or semi-commercial whey proteinconcentrates, isolates and fractions. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 34, p. 543–556, 1999a.

Holt, C. Et al Some physico-chemical properties of nine commercial and semi-commercial whey protein concentrates, isolates and fractions. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 34, p. 587–601, 1999b.

JELEN, P. Industrial processing technology: an overview. **Journal Agric. Food Chemical**, v. 27, p. 658-661, 1979.

JELEN, P. & BUCHHEIM, W. 1976. Norwegian whey “cheese”. **Food Technology**, v. 30, p. 62-74, 1976.

JONAS et al. Dairy products as food protein resources. **Journal Milk Food Technology**, v. 39, p. 778-795, 1976.

LERAYER, A.L.S.; CARVALHO, A. F.; BUCIONE, A.; KESTENER, B. M. A. C.; MOSQUIM, M. C. A.; NUTTI, M. R.; SIMÃO FILHO, P. **Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais, diet, light e enriquecidos**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1998, 212p.

MARCHESSEAU, S.; CUQ, J. L. Water-holding capacity and characterization of protein interactions in processed cheese. **Journal of Dairy Research**, v. 62, p. 479-489, 1995.

MATHEWS, M.E. Whey protein recovery processes and products. **Journal Dairy Science**, v. 67, p. 2680-2692, 1984.

MAYER, H. K. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of a specific emulsifying agent? **International Dairy Journal**, v. 11, p. 533-542, 2001.

MC DONOUGH, F.E. et al. Protein concentrate from cheese whey by ultrafiltration. **Journal of Dairy Science**, v. 54, p. 1406-1409, 1971.

MEILGAARD, M. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. Descriptive analysis techniques. In: **Sensory evaluation techniques**, New York, NY: CRC Press, 1999.

MING, P. **Utilização de Engenharia de soro de leite em requeijão**. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos/Tecnolab, Seminário requeijão cremoso e outros queijos fundidos aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado, capítulo 10, parte 1, 2000.

MLEKO, S. Rheological properties of whey products dispersions. **Milchwissenschaft**, v. 59, n. 3-4, p. 287-290, 2004.

MODLER, W.H. **Milk processing**. In: NAKAI, S. & MODLER, W.H. Food proteins processing applications, Wiley – VCH, Inc, United States of America, 2000, p. 1-88.

MONZÓN, C. & OLANO, A. Produccion de bebidas alcohólicas a partir del suero de queserías. **Alimentaria**, v. 83, p. 41, 1977.

MORENO, I.; VIALTA, A. do VALLE, J.L.E. Efeitos das várias etapas do processamento de requeijão e queijos fundidos na microbiota do leite. **Caderno Fazer Melhor**, março/abril, p. 63-66, 2002.

MORR, C.V. Functionality of whey protein products. **New Zealand Journal of Dairy Science e Technology**, v. 14, p. 185-194, 1979.

MORR, C.V. & HA, Y. W. Whey proteins concentrates and isolates: processing and functional properties. **Critical reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, p. 431-476, 1993.

OLIVEIRA, J.S. **Queijo:fundamentos tecnológicos**. Campinas:Ícone, 1986, 146p.

OLSON, N.F. & PRICE, W.V. A melting test for pasteurized process cheese spreads. **Journal of Dairy Science**, v. 41, p. 999-1000, 1958.

OSTERGAARD, B. **Applications of membrane processing in the dairy industry**. In: MACCARTHY, D. Concentration and drying of foods, Elsevier Applied Science Publishers, England, 1989, p. 133-145.

PINTADO, M. E. & MALCATA, F. X. Estudos descritivos e tecnológicos sobre requeijão: caracterização e conservação. **Biotecnologia Alimentar**, n. 62, p. 19-26, abril, 1999.

PISKA, I.; STETINA, J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 551-555, 2004.

RAO, M. A. Rheology of liquid foods – a review. **Journal of Texture Studies**, v. 8, p. 135-168, 1977.

RAO, M. A. **Rheology of fluid and semisolid foods**. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publications, 1999.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. Campinas, 1997. 144p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

RAUTENBACH, R. & ALBRECHT, R. **Membrane process**. New York: John Wiley, 1989.

ROSENBERG, M. Current and future applications for membrane processes in the dairy industry. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 12-19, 1995.

SCHRAMM, G. **A practical approach to rheology and rheometry**. Karlsruhe-Germany: Gebrueder Haake GmbH, 1994, 290p.

SCOTT, K.J. **Micronutrients in milks products**. In: Micronutrients in milk and milk and milk-based food products, USA, Elsevier Science Publisher, 1989, p.71-124.

SINGH, R. P.; HELDMAN, D. R. **Introduction to food engineering**. 2^a ed. Califórnia: Academic Press. 659p. 1993.

STEFFE, J. F. **Rheological methods in food process engineering**. 2^a ed., East Lansing, MI: Freeman Press, 1996, 418p.

VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A.; OLIVEIRA, C. G.; SABINO, R. Avaliação físico-química e análise do perfil de textura de requeijão cremoso em diferentes embalagens durante a estocagem a 10°C, com e sem ação de luz.. **Anais do XX Congresso Nacional de Laticínios**, v. 58, n. 333, p. 157-164, 2003^a.

VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A.; SABINO, R.; OLIVEIRA, C. G. Caracterização físico-química e análise do perfil de textura de amostras comerciais de requeijão cremoso e de requeijão cremoso light. **Anais do XX Congresso Nacional de Laticínios**, v. 58, n. 333, p. 164-170, 2003^b.

VIOTTO, W.H. **Ultrafiltração de soro doce de queijo minas frescal, efeito de pré-tratamentos do soro no desempenho da membrana e na composição e solubilidade do concentrado protéico de soro**. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 212p, 1993.

VITALI, A. A. **Comportamento reológico de suco de laranja concentrado congelado a baixas temperaturas**. Tese de Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1983.

WEBB, B.H. & WHITTIER, E.O. **Byproducts of milk**. Wesport, Connecticut, AVI Publishing Company, 1970. 428p.

YOUNG, S. **Whey products in cold pack and pasteurized processed cheese foods and cheese spreads**. U.S. Dairy Export Council, 8p, 1999.

ZADOW, J.G. **Utilisation of milk components: whey in modern dairy technology**. In: ROBINSON, R.K. Ed. **Advances in milk processing**. Vol 1. Londres e New York, Elsevier Applied Science Publishers, 1986. Cap 6, 273-316.

CAPÍTULO 3

EXPERIMENTOS PRELIMINARES DE FABRICAÇÃO DO REQUEIJÃO CREMOSO COM CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo realizar experimentos preliminares para avaliar a possibilidade do aproveitamento do concentrado protéico de soro, de massa coagulada com e sem lavagem, da utilização de diferentes fontes de gordura, como o creme de leite ou manteiga na fabricação de requeijão cremoso. Foram realizadas análises físico-químicas, dos ingredientes, dos constituintes e dos produtos fabricados com concentrado protéico de soro, no Experimento I. No Experimento II foi demonstrado que, aumentando o volume de concentrado protéico de soro no produto, aumentou proporcionalmente o conteúdo de proteína, e nestas condições o teor de gordura decresceu. Para efeito de comparação foram realizadas análises físico-químicas de requeijões comerciais obtidos de supermercados da região Oeste do Estado do Paraná. Os conteúdos de extrato seco total dos requeijões comerciais se situaram entre 33,79 e 40,1%. Com relação aos conteúdos de gordura, os resultados se situaram entre 19,75 e 26,50%, enquanto que os conteúdos de proteína total se situaram entre 9,21 e 11%. Os resultados das análises físico-químicas dos requeijões elaborados com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais foram analisados estatisticamente por anova e teste de médias de tukey a nível de 5% de erro.

CHAPTER 3

**PRELIMINARY EXPERIMENTS OF “REQUEIJÕES CREMOSOS”
MANUFACTURE WITH ULTRAFILTRATION OF
WHEY PROTEIN CONCENTRATE**

SUMMARY

The purpose of this study was to develop preliminary trials to evaluate the possibility of whey protein concentrate use, soft coagulate curd with and without curd wash, and different sources of fat as milk cream or butter in manufacture the spreadable of “requeijão cremoso”. It was performed physical and chemical analysis of the ingredients, other constituents and the products manufactured with whey protein concentrate in Experiment I. In the Experiment II was demonstrated that, increasing the amount of whey protein concentrate in the product, the protein content increased proportionally, so in that conditions, the fat content decreased. From comparison effect, it was performed analysis of commercial “requeijão cremoso”, obtained of supermarked of the West Region State of Paraná. The dry matter content of commercial spreadable “requeijão cremoso” was between 33,79 e 40,1%, fat content between 19,75 e 26,50%, and total protein between 9,21 e 11%. Statistical analysis of the products manufactured with whey protein concentrate and commercial processed cheeses included Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey’s Test for means.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Concentrado protéico de soro

A fabricação do concentrado protéico de soro (CPS) envolve os processos de ultrafiltração, como também diafiltração, para remoção efetiva da maior parte da lactose, minerais e outros componentes de baixo peso molecular. Além disso, o retentado é normalmente concentrado por evaporação antes da realização do processo de secagem para minimizar os custos da remoção da água e para melhorar as propriedades físicas do pó (HOBMAN, 1992).

De acordo com HINRICHS (2001), a vantagem da incorporação de proteínas do soro em queijos, reside no seu valor nutricional, aumento no rendimento da fabricação, de queijo especialmente queijos com baixo teor de gordura, e melhora da qualidade sensorial. Na fabricação de queijo requer, no entanto ajustes na composição dos ingredientes para produzir um produto de qualidade, e as alterações na textura não são negativas e constituem uma oportunidade para criar novos produtos cremosos e de estrutura flexível com altas quantidades valiosas de proteínas do soro.

MING (2000) relata que algumas das principais vantagens das proteínas do soro em queijos fundidos, processados e requeijão são: alta solubilidade em uma ampla faixa de pH, são estáveis quando são adicionados ácidos, o que ajuda a criar texturas cremosas, lisas, sem traços de arenosidade e com pouca ou nenhuma friabilidade, são de fácil emulsificação promovendo a emulsão de gordura e óleo de forma muito eficiente, formando emulsões estáveis com facilidade, podendo ser usadas para substituir emulsificantes químicos em determinados sistemas. Além disso, a gordura ligada presente em produtos de soro contém níveis relativamente elevados de fosfolípidos como a lecitina, o que aumenta a capacidade emulsificante dos ingredientes de soro e, como agente extensor em que os ingredientes de soro podem ser utilizadas como substitutos de baixo custo de sólidos em formulações de requeijão, além de poderem ser usados para substituir gordura de uma maneira economicamente interessante.

O uso racional do soro em queijos processados e produtos afins possui importantes aplicações funcionais. Proteínas do soro são emulsificantes muito eficientes de óleos e gorduras, podem ser usados como substitutos de emulsificantes químicos em certos

sistemas e formam emulsões estáveis facilmente altamente desejáveis durante a trituração, cozimento, embalagem e resfriamento da massa do queijo. Ligam altas quantidades de água por meios físicos e químicos, o que pode afetar negativamente algumas propriedades de queijos processados, como o derretimento, estirramento e espalhamento. Melhoram a textura aumentando a cremosidade e reduzindo a granulidade. São altamente solúveis em uma faixa relativamente ampla de pH e estáveis a adição de ácidos (YOUNG, 1999).

As proteínas do soro são sensíveis ao tratamento térmico, desnaturam e agregam a temperaturas acima de 70°C. De acordo com De la FUENTE et al (2002) o processo de padronização que envolve clarificação do soro, ultrafiltração seguido de diafiltração, concentração e evaporação e finalmente secagem, utilizado na Nova Zelândia, para obter concentrado protéico de soro, não causou alterações significativas na composição e agregação das proteínas do soro.

1.2. O uso da ultrafiltração na indústria de laticínios

A ultrafiltração é um processo de fracionamento físico-químico e uma técnica de concentração, onde uma solução pressurizada flui sobre uma membrana porosa, permitindo a passagem de moléculas pequenas e realizando a separação seletiva de proteína da lactose, sais e água, a graus variados, sob condições brandas de temperatura e pH, evitando um alto grau de desnaturação protéica (VIOTTO, 1993). É um processo largamente usado na indústria de laticínios para pré-concentração de leite e processamento de soro (FANE et al, 1997).

O papel fundamental de uma membrana de ultrafiltração é atuar como barreira seletiva, permitindo a passagem de certos componentes, e retendo outros em uma mistura. A seletividade da membrana está relacionada às dimensões da molécula ou partícula e ao tamanho do poro, assim como à difusividade do soluto na matriz e às cargas elétricas associadas (CHERYAN, 1998).

1.3. Caracterização de requeijão cremoso e os queijos fundidos

De acordo com YOUNG (1999), existem dois tipos básicos de queijos processados: acondicionado à frio e processado pasteurizado. O termo processado é comumente associado com queijos pasteurizados. Existem vários tipos de classificações de queijos processados que refletem usos comerciais. As diferenças fundamentais entre estas

classificações são baseadas na diferença de composição, quantidade e tipos de queijos que podem ser usados, ingredientes permitidos, gordura final e umidade desejada, perfil de cor e sabor desejado, finalidade de uso como de corte, espalhável, tempero, recheio ou pasta como ingrediente alimentar industrial.

O requeijão é um queijo tipicamente brasileiro e ocupa hoje um lugar de destaque no mercado nacional. Dentre os queijos fundidos, o requeijão cremoso é o mais largamente consumido. Em 1995 foram comercializadas 25 mil toneladas desse produto, perfazendo 8% da produção total de queijos (FERNANDES, 1996).

Com o nome de requeijão, encontra-se no mercado brasileiro produtos com diferentes teores de umidade, desde bem cremosos até bastante firmes. O requeijão cremoso deve ter 57-60% de umidade, 28-30% de gordura, pH entre 5,7 e 5,9 e um teor de sal de 1,4-1,6%. Já o requeijão de corte deve ter entre 49-54% de umidade, 24-27% de gordura, pH entre 5,2 e 5,5 e um teor de sal entre 1,0-1,5% (OLIVEIRA, 1986).

Segundo a Portaria 356 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1998), denomina-se Queijo Processado o “produto obtido por trituração, mistura, fusão e emulsão por meio de calor e agentes emulsionantes, de uma ou mais variedades de queijos, com ou sem adição de outros produtos lácteos e/ou sólidos de origem láctea e/ou especiarias, condimentos ou outras substâncias alimentícias na qual o queijo constitui o ingrediente lácteo utilizados como matéria-prima preponderante na base láctea”. O produto assim definido pode ser denominado Queijo Processado, Queijo Fundido ou Queijo Processado Pasteurizado. LERAYER et al (1998) descrevem que o requeijão cremoso deve ter entre 55 e 65% de gordura no extrato seco.

Este trabalho teve por objetivo realizar experimentos preliminares para avaliar a possibilidade do aproveitamento do concentrado protéico de soro, de massa coagulada com e sem lavagem, da utilização de diferentes fontes de gordura, como o creme de leite ou manteiga na fabricação de requeijão cremoso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. EQUIPAMENTOS

- Tanque de coagulação em aço inox da marca BIASINOX com capacidade para 2470 litros dotado de agitador e sistema de aquecimento e resfriamento.
- Tacho em aço inox da marca PARMAMEC modelo TACE, com capacidade para 1000 litros, dotado de sistema de injeção direta de vapor.
- Pasteurizador com capacidade de 7400 litros/hora.
- Unidade piloto de ultrafiltração adaptada para uso em membrana Carbosep minerais de PM (Peso Molecular) de corte de 20000 Daltons, a 55°C, pressão de entrada 2,4 Kg/cm² e saída de 1,5 Kg/cm².
- Máquina homogeneizadora-trituradora BIASINOX, modelo 5690, com capacidade para 56 kg, com controle de velocidade de agitação, aquecimento por injeção direta de vapor e filtro de linha para produção de vapor sanitário.
- Envasadora mecânica DMOM Máquinas, modelo DMS 4000, com capacidade de envase de 1600 potes por hora.
- Tanque em aço inox para armazenamento e aquecimento de água deionizada com capacidade para 1500 litros.
- Tanque em aço inox da marca Estrela do Oeste (Tropical) com injeção direta de vapor, para aquecimento e armazenamento de soro com capacidade para 350 litros.
- Câmara de resfriamento com capacidade de resfriar à 5°C.
- Taros de PVC com capacidade de 50 litros.

2.2. MATÉRIAS-PRIMAS

O leite integral, o soro de queijo, a manteiga e o creme de leite foram obtidos na própria unidade de processamento de laticínios da Lactobom - Indústria e Comércio de Laticínios Bombardelli Ltda, em que foram fabricados os requeijões cremosos estudados.

2.2.1. Leite e Massa Coagulada

Para obtenção da massa coagulada foi utilizado leite integral tipo “B” para o Experimento I e leite desnatado no Experimento II, adquirido diretamente da propriedade agrícola produtora de leite selecionado do laticínio Lactobom.

2.2.2. Obtenção do soro

Foi obtido a partir da dessoragem por coagulação ácida do leite integral tipo “B” e leite desnatado.

2.2.3. Ingredientes e coadjuvantes tecnológicos

- O processo de precipitação foi realizado com a adição de 11,0 litros de ácido láctico de padrão alimentar com 85% pureza (diluído na proporção de 1:1, ácido láctico: água) e 750 ml de cloreto de cálcio (diluído na proporção de 1:1, cloreto de cálcio:água), em relação ao volume de 2000 litros de leite aquecido à uma temperatura de 48⁰C. A massa coagulada, após ter sido separado do soro, foi lavada sucessivamente até a acidez da água do último enxágue atingir 2ºDornic;
- Sal emulsificante: foi utilizado o sal emulsificante à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10 produzido pela Germinal;
- Cloreto de sódio comercial da marca Cisne.

2.2.4. Creme de leite e/ou manteiga

Usou-se como fonte de gordura o creme de leite com 42% de gordura e a manteiga com 82,4% de gordura, obtidos no próprio Laticínio Lactobom.

2.3 Processo de ultrafiltração do soro

O processo de ultrafiltração do soro e de fabricação do requeijão cremoso foram realizados nas instalações do laticínio Lactobom. O concentrado protéico de soro foi obtido pela ultrafiltração do soro de queijo na planta piloto de ultrafiltração, em membrana

Carbosep minerais de PM (Peso Molecular) de corte de 20000 Daltons, a 55°C, pressão de entrada 2,4 Kg/cm² e saída de 1,5 Kg/cm² (Figura 01).



Figura 01. Unidade piloto de ultrafiltração.

Após se atingir um fator de concentração (FC) de 1:17,4, o processo foi interrompido e o CPS foi recolhido e imediatamente resfriado em água gelada e em seguida foi armazenado em câmara fria à 5°C até a sua utilização.

Ao término do processamento de ultrafiltração foi realizada a limpeza e sanitização da membrana de ultrafiltração com a utilização 2% de NaOH e 2% ácido nítrico, após esse processo a membrana foi acondicionada em um recipiente contendo detergente enzimático à 2%.

Na Figura 02 está apresentado o fluxograma do processo de obtenção do CPS utilizado na fabricação dos requeijões cremosos.

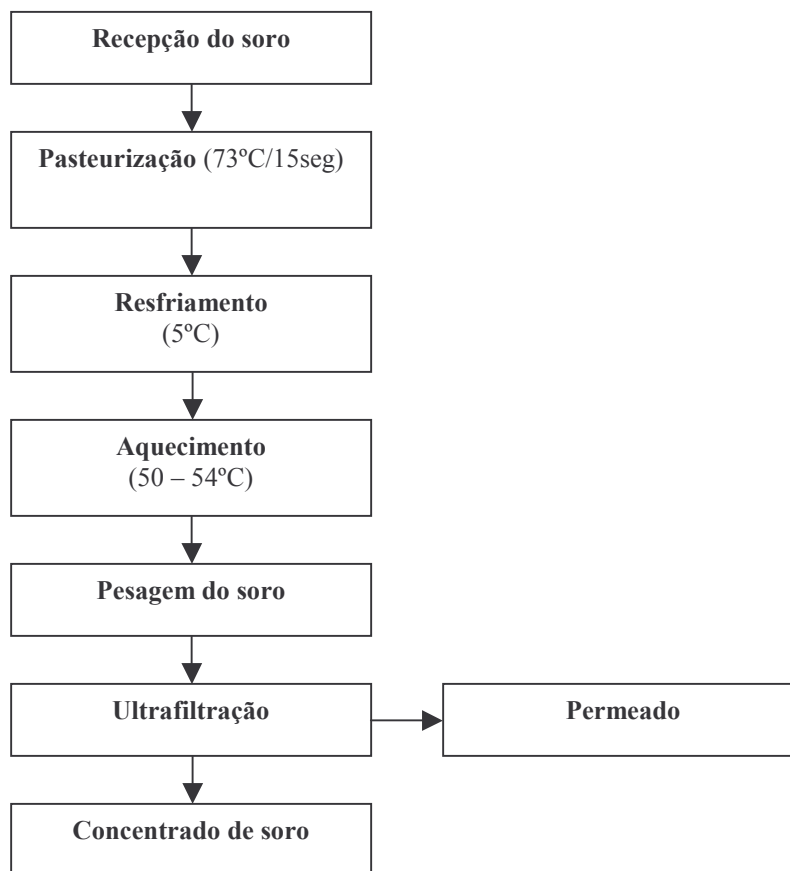


Figura 02. Fluxograma do processo de obtenção do concentrado protéico de soro.

2.4. Fabricação do requeijão cremoso

2.4.1. Ingredientes das formulações do Experimento I

A Tabela 01 apresenta as quantidades dos ingredientes utilizados no Experimento I para a fabricação dos requeijões, sem lavagem da massa coagulada e com lavagem da massa coagulada.

Tabela 01. Quantidades dos ingredientes de cada processamento dos requeijões do Experimento I.

INGREDIENTES	REQUEIJÕES	
	SEM LAVAGEM MASSA COAGULADA	COM LAVAGEM MASSA COAGULADA
Massa Coagulada (g)	10.960	12.410
Sal Emulsificante (3%)	328	372
Cloreto de sódio (1,3%)	142	161
Concentrado Protéico de Soro (g)	4.690	6.190
Creme de leite (g)	12.170	13.788
Total	28.290	32.921

2.4.2. Ingredientes das formulações do Experimento II

Para formular os requeijões do Experimento II foram consideradas:

- Adição de 1,4% de NaCl e 3% de sal emulsificante (SE) à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10 produzido pela Germinal, sobre o peso da massa coagulada lavada;
- Adição de manteiga com percentagem de gordura conhecida para obter um produto com 60% de gordura no extrato seco (GES).
- Adição de três níveis de concentrado protéico de soro (CPS) (6, 8 e 10%).

As formulações foram baseadas nas características do extrato seco total e gordura do CPS, da massa coagulada e da manteiga. A quantidade de água condensada e incorporada ao requeijão foi determinada a partir de um volume de água conhecido, operando-se a máquina de fusão nas mesmas condições dos processamentos e, obtida por diferença, da pesagem do volume final obtido.

A Tabela 02 apresenta as formulações dos requeijões cremosos do Experimento II, onde se observa as quantidades dos ingredientes utilizados em cada processamento. Não houve variação na adição dos volumes de massa coagulada, SE e cloreto de sódio em cada requeijão. O CPS utilizado em cada requeijão foi de 6, 8 e 10% de CPS, com base no peso

da massa coagulada, respectivamente. As quantidades adicionadas da manteiga e água variaram de acordo com o balanço dos demais constituintes utilizados.

Tabela 02. Quantidades dos ingredientes utilizados em cada processamento do Experimento II.

INGREDIENTES	REQUEIJÕES		
	6%CPS	8%CPS	10%CPS
Massa coagulada (g)	12000	12000	12000
Sal Emulsificante (3%)	360	360	360
Cloreto de sódio (1,4%)	168	168	168
Concentrado Protéico de Soro (g)	720	960	1200
Manteiga (g)	2649,6	2671,2	2692,8
Água (g)	930,04	816,57	703,09
Total	16827,64	16975,77	17123,89

2.5. Processo de fusão e envase

Os requeijões foram processados em uma máquina homogeneizadora/trituradora BIASINOX equipamento 5690, com capacidade para processar 56,0 kg de produto, com velocidade variável de agitação de 11000 RPM, aquecimento com injeção direta de vapor e filtro de linha para produção de vapor sanitário apresentada na Figura 03.



Figura 03. Máquina homogeneizadora/trituradora BIASINOX, modelo 5690.

O processo de fusão foi realizado em duas etapas de cozimento, apresentado na Figura 04. Inicialmente a massa coagulada, cloreto de sódio, sal emulsificante S-10 e água, foram transferidas para a máquina homogeneizadora/trituradora e realizada a primeira fusão à temperatura de 90°C/3 minutos. Para controle da temperatura, a válvula de vapor foi controlada manualmente até atingir a temperatura e tempo desejados. Procedimento semelhante foi realizado para a segunda fusão, quando foram adicionados o CPS e a manteiga, mantendo-se o processo à temperatura de 85°C/2 minutos.

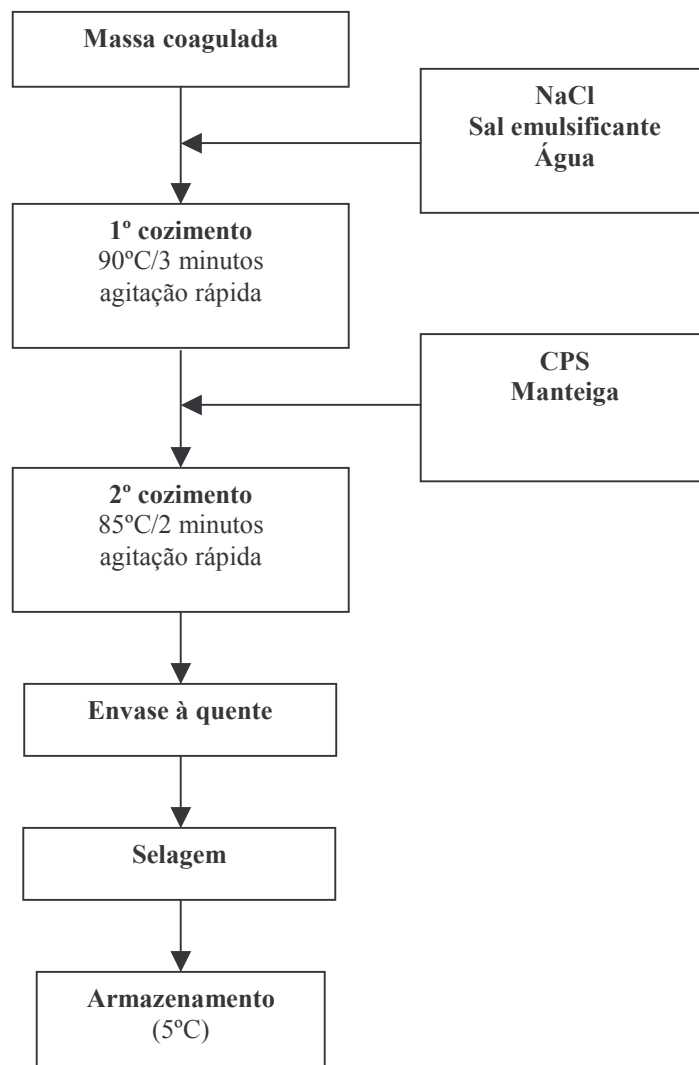


Figura 04. Fluxograma da fabricação do requeijão cremoso à base de CPS.

Após o término do processo de fusão, o equipamento foi desligado e o produto retirado em baldes brancos de PVC sanitizados. A seguir, com auxílio de Becker plástico previamente higienizado o produto foi envasado ainda quente em potes de plástico com capacidade de 350 ml, e selado em máquina envasadora DMOM modelo DMS 4000 série 040801, capacidade de envase de 1600 potes/hora, na linha de produção de requeijão da indústria Lactobom (Figura 05). Em seguida, os potes foram lacrados, tampados com tampa apropriada e acondicionados em caixa de papelão na posição invertida. Após o envase, os requeijões foram armazenados em câmara de resfriamento a 5°C.



Figura 05. Máquina envasadora DMOM, modelo DMS 4000.

2.6. Procedimentos de amostragem

Amostras de leite, massa coagulada, soro, CPS e manteiga, foram coletadas logo após sua obtenção, em frascos de vidro com capacidade de 250 ml, com três repetições cada, duas congeladas e uma resfriada a 5°C, imediatamente após o acondicionamento nos frascos.

As amostras de requeijões foram coletadas após cinco dias de armazenamento a 5°C e separadas das caixas de papelão onde estavam acondicionados os potes plásticos de cada processamento. Foram separados quatro potes de cada processamento para determinação das análises físico-químicas.

Para caracterização físico-química dos constituintes e do próprio produto fabricado, as determinações foram realizadas em quadruplicata com exceção da determinação do cloreto de sódio que foi realizada em duplicata, com uma repetição para o padrão e uma do branco, de acordo com métodos oficiais de análise.

Para o leite, soro, massa coagulada, manteiga, CPS e permeado, foram realizadas as seguintes determinações físico-químicas: extrato seco total, umidade, gordura, cinzas e proteína total.

Os requeijões cremosos obtidos foram avaliados quanto às características físico-químicas: extrato seco total, gordura, cinzas, proteína total e cloreto de sódio.

2.7. Análises Físico-Químicas

As determinações analíticas do leite, soro, permeado, dos ingredientes massa coagulada, manteiga, CPS e dos requeijões cremosos foram realizados em quadruplicata, segundo métodos oficiais de análise.

2.7.1. Métodos analíticos

- pH: uso de potenciômetro (AOAC, 1995);
- Acidez titulável: segundo metodologia 33.2.06 para o leite e metodologia 971.19 para queijo (AOAC, 1995);
- Extrato seco total: em estufa a 105°C, segundo metodologia 925.23 (AOAC, 1995);
- Cinzas: determinado segundo a metodologia 33.2.10 (AOAC, 1995);
- Gordura: método de Gerber (AOAC, 1995);
- Proteína Total: pelo método de micro-Kjeldahl, metodologia 33.2.11 (AOAC, 1995);
- Cloreto de Sódio: segundo metodologia 971.19 (AOAC, 1995).

2.8. Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas dos requeijões do Experimento II e dos requeijões comerciais foram avaliados por meio de análise de variância ANOVA e teste de médias de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando-se o programa SAS Versão 6.0 (1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados das Análises Físico-químicas do Experimento I

Os resultados de composição dos ingredientes e constituintes estão apresentados na Tabela 03. Pode-se observar que com a ultrafiltração conseguiu-se aumentar aproximadamente sete vezes a quantidade de gordura do soro para o CPS. O CPS apresentou 8,8% de proteína total e a massa coagulada 14,6% de proteína total. O soro apresentou 1,1% de gordura e 0,7% de proteína total.

Tabela 03. Resultados de composição (%) dos ingredientes e outros constituintes na fabricação do requeijão cremoso.

Produto	Extrato Seco Total	Cinzas	Gordura	Proteína Total
Massa Coagulada	18,8	0,4	0,1	14,6
Leite	11,9	0,8	3,5	3,4
Creme	47,1	0,4	42,0	1,6
Concentrado Protéico de Soro	22,6	0,6	7,0	8,8
Permeado	5,0	0,6	0,0	0,1
Soro	7,6	0,6	1,1	0,7

Na Tabela 04 estão apresentados os dados físico-químicos dos requeijões cremosos. O requeijão sem massa lavada, se apresentou como um requeijão com menor conteúdo de extrato seco total de 26,5% contra 31,9% do requeijão com massa lavada. O conteúdo de gordura apresentou grande variação entre os dois requeijões, o requeijão sem lavagem da massa apresentou teor de gordura de 12%, enquanto que o requeijão com lavagem da massa apresentou 18% de gordura. A diferença no teor de gordura entre os dois produtos é atribuída pela menor quantidade de gordura utilizada na fabricação do requeijão sem massa lavada. Com relação ao teor de proteína total, observa-se que o requeijão sem lavagem da massa se apresentou com maior valor de proteína total do que o requeijão com lavagem da massa, pois apresentou 9,1% e 8,6% de proteína total, respectivamente. Com relação às cinzas, observa-se que praticamente não houve variação nos conteúdos entre os dois requeijões.

Tabela 04. Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos fabricados à partir de CPS.

Produto	Extrato Seco Total	Cinzas	Gordura	Proteína Total
Sem Lavagem Massa Coagulada	26,5	2,7	12,0	9,1
Sem Lavagem Massa Coagulada	31,9	2,7	18,0	8,6

3.2. Resultados das Análises Físico-químicas do Experimento II

Na Tabela 05 são encontrados os resultados médios das análises físico-químicas dos ingredientes e constituintes dos requeijões cremosos do experimento II, onde observa-se que o soro possui 1,0 e 0,1%, de proteína total e gordura, respectivamente. Após a ultrafiltração do soro obteve-se um produto de alto padrão nutricional, com teores de proteína total e de gordura de 8,6 e 0,75%, respectivamente, ou seja, o teor de proteína total aumentou 8,6 vezes e a gordura quase oito. O teor de 8,6% de proteína total do CPS é proporcional ao fator de concentração de FC 1:17,47 obtido na ultrafiltração do soro. Os

baixos teores de gordura da massa coagulada, do soro e do permeado são explicados pela utilização de leite desnatado.

Tabela 05. Resultados das análises físico-químicas (%) dos ingredientes para fabricação do requeijão cremoso à base de CPS ultrafiltrado.

Produto	Extrato Seco	Cinzas	Gordura	Proteína
	Total			Total
Massa Coagulada	31,2	0,9	0,5	25,5
Leite	8,4	0,8	0,07	3,1
Manteiga	79,2	0,1	82,4	0,5
Concentrado Protéico de Soro	14,9	0,7	0,7	8,6
Permeado	5,2	0,6	0,0	0,5
Soro	4,5	0,7	0,1	1,0

Observa-se na Tabela 03 que à medida que se aumenta o volume de CPS adicionado nos requeijões aumenta proporcionalmente o teor de extrato seco total do produto (Tabela 06), embora sejam iguais estatisticamente ($P < 0,05$). Segundo FERNANDES et al (1985 a,b), o conteúdo médio do extrato seco total requerido para o requeijão cremoso é entre 38 e 40%, portanto as amostras analisadas obtiveram teores de extrato seco total abaixo dos valores estabelecidos pela literatura. O teor de gordura do requeijão é inversamente proporcional à quantidade de manteiga adicionada, de 9,5% no produto com 6%CPS e 9,3% no produto com 10%CPS. O conteúdo de proteína total é também diretamente proporcional à adição de CPS no produto, aumenta de 16,65 % no produto com 6%CPS para 17,90% no produto com 10%CPS. De acordo com VANDENDER et al (2003), requeijões cremosos comerciais apresentaram teores de gordura entre 21,32 e 31,28%, proteína total entre 8,58 e 11,09% e cinzas de 1,42 a 2,67%. Obteve-se assim, no experimento II, requeijões elaborados com CPS que apresentaram valores para

extrato seco total e gordura abaixo dos valores descritos na literatura, mas obteve-se valores mais elevados para cinzas e proteína total.

Observa-se na Tabela 06 que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos resultados dos requeijões analisados com relação aos teores de extrato seco total, cinzas, gordura e proteína total. Com relação aos teores de cloreto de sódio, o requeijão com 6%CPS foi mais salgado que os demais e apresentou 1,02%, enquanto que os requeijões com 8%CPS e 10%CPS são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Tabela 06. Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos elaborados à base de CPS ultrafiltrado.

Produto	Extrato Seco Total	Cinzas	Gordura	Proteína Total	Cloreto de Sódio
6%CPS	31,13 \pm 0,69a	2,98 \pm 0,69a	9,5 \pm 0,00a	16,65 \pm 0,29a	1,02 \pm 0,02a
8%CPS	31,61 \pm 0,13a	2,95 \pm 0,06a	9,4 \pm 0,14a	16,90 \pm 0,64a	0,90 \pm 0,01b
10%CPS	31,59 \pm 0,32a	2,97 \pm 0,05a	9,3 \pm 0,28a	17,90 \pm 1,35a	0,91 \pm 0,01b

Médias mais desvio padrão seguidas de mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais a nível de 5% de erro pelo teste de médias de Tukey.

Os teores de proteína total encontrados nos requeijões cremosos, formulados com adição de CPS do experimento II deste trabalho, são superiores aos conteúdos de proteína total das quatro marcas de requeijões cremosos comerciais (Tabela 07). Este resultado possivelmente foi influenciado pelas proteínas totais do soro encontradas no CPS ultrafiltrado, pois à medida que se aumentou o volume deste ingrediente nos requeijões cremosos o teor de proteína total também aumentou.

Comparativamente, os resultados de gordura dos requeijões fabricados com CPS, em média com 9,4%, são inferiores aos requeijões comerciais que apresentaram valores médios de 26,5% na Marca “B” e de 19,7% na Marca “D”. Os teores do extrato seco total dos requeijões com CPS apresentaram em média 31% (Tabela 06), enquanto que, os requeijões das marcas comerciais apresentaram 40,06% de extrato seco total na Marca “B” e de 33,79% na marca “D” (Tabela 07). Todos os produtos fabricados com CPS apresentaram teores superiores de cinzas, comparados a esta característica físico-química

dos requeijões comerciais. Os teores de cloreto de sódio dos requeijões fabricados com CPS apresentaram valores similares comparado com os requeijões comerciais, com exceção da Marca “D” que teve um valor médio superior em comparação aos requeijões com CPS.

Tabela 07. Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos comerciais.

Produto	Extrato Seco Total	Cinzas	Gordura	Proteína Total	Cloreto de Sódio
Marca A	39,68 ± 0,23a	1,94 ± 0,23b	25,00 ± 0,57b	10,74 ± 0,62a	0,82 ± 0,00d
Marca B	40,06 ± 0,23a	2,15 ± 0,05 ab	26,50 ± 0,70a	9,08 ± 0,13b	0,91 ± 0,01c
Marca C	37,07 ± 0,58b	2,10 ± 0,05ab	22,50 ± 0,00c	10,03 ± 0,12a	0,96 ± 0,02 b
Marca D	33,79 ± 0,17c	2,36 ± 0,02a	19,7 ± 0,50d	9,10 ± 0,26b	1,19 ± 0,01a

Médias mais desvio padrão seguidas de mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais a nível de 5% de erro pelo teste de médias de Tukey.

4. CONCLUSÕES

- O uso de concentrado protéico de soro (6, 8 e 10%) nos requeijões não afetou significativamente a composição dos mesmos, em especial, aos teores de extrato seco total e proteína total.
- Os requeijões do Experimento II apresentaram em média 1,7 vezes mais proteína total comparado aos requeijões comerciais, provavelmente decorrente da adição de CPS ultrafiltrado.
- Os conteúdos de extrato seco total e gordura dos requeijões com CPS do Experimento II ficaram abaixo dos conteúdos de extrato seco total dos requeijões comerciais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., Assoc. **Official Analytical Chemists**, 1995. v.1.

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., Assoc. **Official Analytical Chemists**, 1995. v.2.

BRASIL. Ministério do Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo processado ou fundido, processado pasteurizado ou fundido UHT(UAT). Portaria 356, de 4 de setembro de 1997. In: Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais – diet, light e enriquecido.** São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1998, 90-95p.

CHERYAN, M. **Ultrafiltration & Microfiltration Handbook**; Pennsylvania (USA) Technomic Publishing Company Lancaster PA, 1998. 560p.

De la FUENTE, M.A.; HEMAR, Y.; TAMEHANA, M.; MUNRO, P.A. & SING., H. Process-induced changes in whey proteins during the manufacture of whey protein concentrates. **International Dairy Journal**, v. 12, p. 361-369, 2002.

FANE, A.G.; da COSTA, A.R.; CAO, Z. & WILEY, D.E. Factors affecting performance of membrane processes – the spiral wound element design and operation. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 52, p. 71-72, 1997.

FERNANDES, F. **Consumo de queijo cresce 33% em 1995.** Folha de São Paulo, São Paulo, 12 de fevereiro de 1996.

FERNANDES, A. G.; VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; MORI, E. E. M. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos. Parte I. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 40, n. 237, p. 27-39, 1985a.

FERNANDES, A. G.; VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; MORI, E. E. M. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos. Parte II. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 40, n. 237, p. 27-39, 1985b.

HINRICHS, J. Incorporation of whey proteins in cheese. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 495-503, 2001.

HOBMAN, P. G. **Ultrafiltration and manufacture of whey protein concentrates.** In: ZADOW, J.G. Whey and lactose processing. London: Elsevier Applied Science, 1992.

LERAYER, A.L.S.; CARVALHO, A. F.; BUCIONE, A.; KESTENER, B. M. A. C.; MOSQUIM, M. C. A.; NUTTI, M. R.; SIMÃO FILHO, P. **Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais, diet, light e enriquecidos**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1998, 212p.

MING, P. **Utilização de ingredientes de soro de leite em requeijão**. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos/Tecnolat, Seminário requeijão cremoso e outros queijos fundidos aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado, capítulo 10, parte 1, 2000.

OLIVEIRA, J.S. **Queijo:fundamentos tecnológicos**. Campinas:Ícone, 1986, 146p.

SAS. **User's guide: statistics**. Version 6^o edition. Sas Inst.Inc. Cary. NC, 1989.

VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A.; SABINO, R.; OLIVEIRA, C. G. Caracterização físico-química e análise do perfil de textura de amostras comerciais de requeijão cremoso e de requeijão cremoso light. **Anais do XX Congresso Nacional de Laticínios**, v. 58, n. 333, p. 164-170, 2003b.

VIOTTO, W.H. **Ultrafiltração de soro doce de queijo minas frescal, efeito de pré-tratamentos do soro no desempenho da membrana e na composição e solubilidade do concentrado protéico de soro**. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 212p, 1993.

YOUNG, S. **Whey products in cold pack and pasteurized processed cheese foods and cheese spreads**. U.S. Dairy Export Council, 8p, 1999.

ANEXO A

Tabela 08. Processo de ultrafiltração do soro do Experimento II.

Matéria-Prima Permeado de Ultrafiltração	Condição de Operação do processamento		Membrana de Ultrafiltração	
Volume do Soro (Kg)	T (°C)	ΔP (bar)	Volume de Permeado (Kg)	Volume de Concentrado Protéico de Soro obtido (Kg)
290,0	50,5	2,15	273,405	16,595

Tempo	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
00:00:00 (Início 11:24 hs)				1,9	2,4	50
00:05:00	6,735	6,735	1,024	1,9	2,4	50
00:10:00	5,015	11,75	1,042	1,9	2,4	50
00:15:00	4,72	16,47	1,06	1,9	2,4	50
00:20:00	4,555	21,025	1,078	1,9	2,4	50
00:25:00	4,41	25,435	1,096	1,9	2,4	50
00:30:00	4,32	29,755	1,114	1,9	2,4	50
00:35:00	4,22	33,975	1,133	1,9	2,4	50
00:40:00	4,15	38,125	1,151	1,9	2,4	50
00:45:00	4,08	42,205	1,17	1,9	2,4	50
00:50:00	4,01	46,215	1,19	1,9	2,4	50
00:55:00	3,95	50,165	1,209	1,9	2,4	50
01:00:00	3,9	54,065	1,229	1,9	2,4	50
01:05:00	3,865	57,93	1,25	1,9	2,4	50
01:10:00	3,805	61,735	1,27	1,9	2,4	50
01:15:00	3,76	65,495	1,292	1,9	2,4	50
01:20:00	3,71	69,205	1,313	1,9	2,4	50
01:25:00	3,665	72,87	1,336	1,9	2,4	50
01:30:00	3,61	76,48	1,358	1,9	2,4	51
01:35:00	3,55	80,03	1,381	1,9	2,4	51
01:40:00	3,525	83,555	1,405	1,9	2,4	51
01:45:00	3,445	87	1,429	1,9	2,4	51
01:50:00	3,39	90,39	1,453	1,9	2,4	52
01:55:00	3,35	93,74	1,478	1,9	2,4	52
02:00:00	3,32	97,06	1,503	1,9	2,4	52
02:05:00	3,295	100,355	1,529	1,9	2,4	52
02:10:00	3,275	103,63	1,556	1,9	2,4	52
02:15:00	3,28	106,91	1,584	1,9	2,4	52

Tabela 08. Processo de ultrafiltração do soro do Experimento II (Continuação).

Tempo	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
02:20:00	3,26	110,17	1,613	1,9	2,4	51
02:25:00	3,26	113,43	1,642	1,9	2,4	50
02:30:00	3,22	116,65	1,673	1,9	2,4	50
02:35:00	3,225	119,875	1,705	1,9	2,4	50
02:41:00	3,22	123,095	1,738	1,9	2,4	50
02:45:00	3,2	126,295	1,771	1,9	2,4	50
02:50:00	3,175	129,47	1,807	1,9	2,4	50
02:55:00	3,135	132,605	1,842	1,9	2,4	50
03:00:00	3,115	135,72	1,88	1,9	2,4	50
03:05:00	3,085	138,805	1,918	1,9	2,4	50
03:10:00	3,055	141,86	1,958	1,9	2,4	50
03:15:00	3,015	144,875	1,998	1,9	2,4	50
03:20:00	2,985	147,86	2,04	1,9	2,4	50
03:25:00	2,96	150,82	2,084	1,9	2,4	50
03:30:00	3,005	153,825	2,13	1,9	2,4	50
03:35:00	3,095	156,92	2,179	1,9	2,4	50
03:40:00	3,005	159,925	2,229	1,9	2,4	50
03:45:00	2,905	162,83	2,28	1,9	2,4	50
03:50:00	2,9	165,73	2,334	1,9	2,4	50
03:55:00	2,865	168,595	2,389	1,9	2,4	50
04:00:00	2,85	171,445	2,446	1,9	2,4	51
04:05:00	2,83	174,275	2,506	1,9	2,4	51
04:11:00	2,81	177,085	2,568	1,9	2,4	51
04:15:00	2,785	179,87	2,633	1,9	2,4	51
04:20:00	2,83	182,7	2,703	1,9	2,4	52
04:25:00	2,86	185,56	2,777	1,9	2,4	52
04:31:00	3,39	188,95	2,87	1,9	2,4	52
04:35:00	2,225	191,175	2,934	1,9	2,4	52
04:40:00	2,73	193,905	3,018	1,9	2,4	52
04:46:00	3,23	197,135	3,123	1,9	2,4	52
04:50:00	2,14	199,275	3,196	1,9	2,4	50
04:55:00	2,655	201,93	3,293	1,9	2,4	50
05:00:00	2,625	204,555	3,394	1,9	2,4	50
05:05:00	2,605	207,16	3,501	1,9	2,4	50
05:10:00	2,585	209,745	3,613	1,9	2,4	50
05:15:00	2,54	212,285	3,732	1,9	2,4	50
05:20:00	2,51	214,795	3,856	1,9	2,4	50
05:25:00	2,59	217,385	3,994	1,9	2,4	50
05:30:00	2,345	219,73	4,127	1,9	2,4	50
05:35:00	2,45	222,18	4,276	1,9	2,4	50

Tabela 08. Processo de ultrafiltração do soro do Experimento II (Continuação).

Tempo	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
05:40:00	2,46	224,64	4,437	1,9	2,4	50
05:45:00	2,455	227,095	4,61	1,9	2,4	50
05:50:00	2,455	229,55	4,797	1,9	2,4	50
05:55:00	2,39	231,94	4,995	1,9	2,4	50
06:00:00	2,335	234,275	5,204	1,9	2,4	50
06:05:00	2,29	236,565	5,427	1,9	2,4	50
06:10:00	2,25	238,815	5,666	1,9	2,4	50
06:15:00	2,26	241,075	5,927	1,9	2,4	50
06:20:00	2,275	243,35	6,217	1,9	2,4	50
06:25:00	2,265	245,615	6,534	1,9	2,4	50
06:30:00	2,265	247,88	6,885	1,9	2,4	50
06:35:00	2,255	250,135	7,275	1,9	2,4	50
06:40:00	2,24	252,375	7,708	1,9	2,4	50
06:45:00	2,19	254,565	8,184	1,9	2,4	50
06:50:00	2,185	256,75	8,722	1,9	2,4	51
06:55:00	2,145	258,895	9,323	1,9	2,4	51
07:00:00	2,13	261,025	10,009	1,9	2,4	51
07:05:00	2,11	263,135	10,795	1,9	2,4	51
07:10:00	2,105	265,24	11,712	1,9	2,4	52
07:15:00	2,115	267,355	12,806	1,9	2,4	52
07:20:00	2,065	269,42	14,091	1,9	2,4	52
07:25:00	2,035	271,455	15,638	1,9	2,4	52
07:30:00	1,95	273,405	17,475	1,9	2,4	52
TOTAL		273,405	17,475			

Fc = (Volume inicial de soro – Volume total parcial acumulado)/Volume inicial de soro.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS COM CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO

RESUMO

O requeijão cremoso é um produto tipicamente brasileiro, fabricado em todo o território nacional, apresentando algumas variações nas suas características tecnológicas. A determinação de suas características físico-químicas e parâmetros de textura são subsídios importantes no seu controle de qualidade. Este trabalho consistiu em comparar a composição físico-química de requeijões cremosos fabricados com e sem adição de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração e composição de requeijões comerciais, bem como, obter as características de derretimento e o perfil de textura instrumental destes produtos. Foram escolhidas as marcas mais conhecidas de requeijões comerciais da região Oeste do Paraná, obtidas em supermercados dos municípios de Cascavel e Toledo-PR. As amostras foram avaliadas quanto ao pH, acidez titulável em % ácido láctico, teores de extrato seco total, extrato seco desengordurado, gordura, cinzas, proteína total e cloreto de cálcio e os parâmetros de textura de dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade. Os resultados foram avaliados estatisticamente por meio de análise de variância e teste de médias de Tukey ao nível de erro de 5%. Ocorreram variações na composição físico-química dos requeijões cremosos fabricados com adição de concentrado protéico de soro, principalmente quanto aos teores de acidez titulável, extrato seco desengordurado e proteína total. Ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as amostras de requeijões nos vários níveis de adição de concentrado protéico de soro e gordura no extrato seco, em relação aos parâmetros de textura instrumental e teste de derretimento. Diferenças significativas também foram encontradas entre as amostras de requeijões comerciais em relação aos parâmetros de textura instrumental.

CHAPTER 4

CHARACTERIZATION CHEMICALPHYSICAL AND AVALIATION OF PROFILE INSTRUMENTAL TEXTURE OF REQUEIJÕES CREMOSOS MANUFACTURED WITH WHEY PROTEIN CONCENTRATE OBTAINED BY ULTRAFILTRATION

SUMMARY

Requeijão cremoso is a typic Brazilian cheese, manufactured in every national territory, presenting some variations in their technological characteristics. The determination of their characteristics chemicalphysical and texture parameters are importants subventions in their control quality. This work consisted in to compare the composition chemicalphysical of requeijão cremoso manufactured with adition and without adition whey protein concentrate obtained by ultrafiltration and composition of commercial requeijões, as how to obtain of the melting characteristics and profile instrumental texture of this products. Was choosed marks more knowed of requeijão cremoso of the West Region State Paraná, and obtained in supermarked of municipal district by Cascavel and Toledo. The samples was evaluate in pH, titratable acidity, total solids, total solids unfatty, fat, minerals, total protein, salt, and the instrumental texture parameters of firmness, adesivityness, elasticity, coesivityness and gumminess. The results was evaluate statistical significance of analysis of variance ANOVA and Tukey's Test for means ($P < 0,05$). Was occured variations in chemicalphysical compositions of requeijões cremosos manufactured with addition whey protein concentrate, principaly in relationship the titratable acidity, total solids unfatty and total protein. Occured significant differences ($P < 0,05$) between samples requeijões cremosos in various levels of adition whey protein concentrate and fat dry matter in relationship the parameters of instrumental texture and melting test. Significant differences ($P < 0,05$) also was encountered between commercial samples in relationship the instrumental texture parameters.

1.INTRODUÇÃO

O requeijão é um produto tipicamente brasileiro, fabricado em todo o território nacional, com algumas variações de tecnologia e características (MUNCK & CAMPOS (1984). SOARES et al (2002) elaboraram requeijão de barra com teor reduzido de gordura utilizando concentrado protéico de soro como substituto da gordura.

De acordo com HINRICHS (2001) a vantagem da incorporação de proteínas do soro, em queijos, reside no aumento doseu valor nutricional, elevação no rendimento da fabricação de queijo, especialmente queijos com baixo teor de gordura, e qualidades sensoriais. Porém seu uso na fabricação de queijo requer ajustes na composição dos ingredientes para produzir um produto de qualidade. A incorporação de soroproteínas não causa alterações negativas na textura e constitui uma oportunidade para criar novos produtos cremosos e de estrutura flexível.

O uso racional do soro em queijos processados e produtos afins possui importantes aplicações funcionais. Proteínas do soro são emulsificantes muito eficientes de óleos e gorduras, podem ser usados como substitutos de emulsificantes químicos em certos sistemas e formam emulsões estáveis altamente desejáveis durante a trituração, cozimento, embalagem e resfriamento da massa do queijo. (YOUNG, 1999).

MING (2000) relata que algumas das principais vantagens das proteínas do soro em queijos fundidos, processados e requeijão são: alta solubilidade em uma ampla faixa de pH, além de permanecerem estáveis quando são adicionados ácidos, o que ajuda a criar texturas cremosas, lisas, sem traços de arenosidade. As proteínas do soro ligam altas quantidades de água por meios físicos e químicos, o que pode afetar negativamente algumas propriedades de queijos processados, como o derretimento, estirramento e espalhamento, e melhoram a textura, aumentando a cremosidade e reduzindo a granulabilidade.

Existem vários métodos para determinar a textura de queijos processados, de derretimento, sensoriais e instrumentais, com diferentes níveis de eficiência. O teste de derretimento proposto por OLSON & PRICE (1958) e adaptado por GIGANTE (1998) para avaliar a textura de requeijões. Este índice de escorrimento também é denominado de “fluxo de queijo”. A adição de concentrado protéico de soro (CPS) influenciou

significativamente ($p = 0,0244$) a capacidade de derretimento das amostras. A autora avaliou ainda que a diminuição da capacidade de derretimento observada quando se adiciona CPS pode estar relacionada com o fato de que com o aumento da concentração de CPS nas formulações houve uma concomitante diminuição da concentração relativa das proteínas caseícas, que são as principais responsáveis pelas propriedades de fusão dos queijos.

Os parâmetros físico-químicos comumente envolvidos no resultado do fluxo de queijo é a umidade dos requeijões, que segundo FOX et al (2000) com o aumento da umidade geralmente resulta em produtos mais moles, menos elásticos e mais adesivos e mais espalháveis ao passo que o pH determina a fluidez e a cremosidade dos queijos processados, desta forma, queijos com pH acima de 5,7 proporcionam produtos que tendem a ter consistência cremosa e moles (BERGER et al, 1989).

VAN DENDER et al (2003b) encontraram valores médios para os requeijões cremosos light de pH entre 5,57 e 6,12, extrato seco total 19,39 e 36,54%, gordura 1,01 e 21,49%, proteína total de 10,94 e 13,24%, cinzas de 1,58 e 3,52%, enquanto que para os requeijões cremosos comerciais os valores de pH se encontraram entre 5,45 e 5,86%, extrato seco total 36,79 e 44,04%, gordura 21,32 e 31,28%, proteína total 8,58 e 11,09% e cinzas 1,42 e 2,67%. Os autores encontraram ainda grandes variações dos parâmetros do perfil de textura, no qual a firmeza, adesividade e gomosidade das amostras apresentaram grande variabilidade destacando-se amostras mais firmes, mais adesivas e mais gomosas.

A avaliação físico-química e perfil de textura instrumental de requeijão cremoso em diferentes tipos de embalagens foi realizada por VAN DENDER et al (2003a) que observaram a ocorrência de diferenças significativas entre as amostras ao longo do tempo de estocagem na ausência de luz na embalagem de bisnaga coextrusada nos parâmetros de adesividade e gomosidade, no entanto, para o estudo na presença de luz os resultados mostraram que houve diferença significativa no tempo de estocagem para os parâmetros de adesividade e coesividade no mesmo tipo de embalagem e para o parâmetro de elasticidade nas embalagens de pote polipropileno e vidro abre fácil.

Este trabalho consistiu em comparar a composição físico-química de requeijões cremosos fabricados com e sem adição de concentrado protéico de soro obtido por

ultrafiltração e composição de requeijões comerciais, bem como, obter as características de derretimento e o perfil de textura instrumental destes produtos.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção da matéria-prima

O leite desnatado, a massa coagulada, o creme de leite e a manteiga e o soro de queijo, foram obtidos na própria unidade industrial de processamento da Lactobom-Indústria e Comércio de Laticínios Bombardelli Ltda, em que foram fabricados os requeijões cremosos estudados.

2.2. Procedimento de cálculo das formulações

Antes de cada processamento, foram obtidas as percentagens de sólidos totais (ST) e de gordura do concentrado protéico de soro (CPS), da massa coagulada (MC) e gordura da manteiga (MA), para realizar o balanço de constituintes das formulações.

Para conhecer a quantidade de água condensada e incorporada ao requeijão, partiu-se de um volume conhecido operando-se a máquina de fusão nas mesmas condições dos processamentos e, por diferença, realizada a pesagem do volume final obtido.

No cálculo das formulações dos requeijões do Experimento I (adição de quatro níveis de CPS) foram consideradas:

- adição de 1,4% de NaCl e 3% de sal emulsificante à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10 produzido pela Germinal, sobre o peso da massa coagulada;
- adição de manteiga com percentagem de gordura conhecida para obter um produto com 55, 60 e 65% de gordura no extrato seco (GES);
- Para cada relação de gordura no extrato seco foram incorporados quatro níveis de CPS de 6, 8, 10, 12%;

No cálculo das formulações dos requeijões do Experimento II (adição de cinco níveis CPS) foram consideradas:

- adição de 1,4% de NaCl e 3% de sal emulsificante à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10 produzido pela Germinal, sobre o peso da massa coagulada;

- adição de manteiga com percentagem de gordura conhecida para obter um produto com 55, 60 e 65% de gordura no extrato seco (GES);

- Para cada relação gordura no extrato seco (GES) foram incorporados os níveis de 0, 6, 8, 10, 12% CPS.

2.3. Processo de fabricação dos requeijões

2.3.1. Fabricação da manteiga

Para fabricação da manteiga foi utilizado creme, com cinco dias da sua obtenção, batido em um tacho em aço inox da marca Parmamec modelo Tace, com capacidade para 1000 litros, dotado de sistema de injeção direta de vapor. Após retirada e lavagem do leite a manteiga foi acondicionada em baldes plásticos em PVC previamente sanitizados e guardados em câmara de resfriamento a 5⁰C até o seu uso.

2.3.2. Preparo da massa coagulada

Para preparo da massa básica empregou-se leite desnatado em um tanque de coagulação em aço inox da marca Biasinox, com capacidade para 2470 litros, dotado de agitador e sistema de aquecimento e resfriamento.

O processo de precipitação foi realizado com a adição de 11,0 litros de ácido láctico de padrão alimentar com 85% pureza (diluído na proporção de 1:1, ácido láctico:água) e 750 ml de cloreto de cálcio, em relação ao volume 2000 litros de leite aquecido à uma temperatura de 48⁰C. A massa coagulada após ter sido separado do soro, foi lavada sucessivamente até a acidez da água do último enxágue atingir 2⁰Dornic.

Para obter uma massa com maior extrato seco total foi retirado a maior quantidade possível de soro, acondicionando-se a massa básica em sacos de polietileno dispostos sobre um estrado dentro de baldes plásticos com capacidade de 20 kg previamente sanitizados e permanecendo por um período de aproximadamente dois dias para escoamento do soro em câmara de resfriamento a 5⁰C, sendo após este período coletado amostra para determinação das análises físico-químicas.

2.3.3. Obtenção do concentrado protéico de soro

Para realizar a ultrafiltração foi utilizado o próprio soro obtido da precipitação da massa básica. O soro foi separado, pasteurizado, acondicionado em latões de 50 litros e guardado em câmara de resfriamento a 5⁰C até o seu uso. Antes do início da ultrafiltração o soro foi previamente aquecido a 54⁰C. O concentrado protéico de soro foi obtido a partir da ultrafiltração de 150 litros de soro, em uma unidade piloto de ultrafiltração adaptada para uso em membrana Carbosep minerais de PM (Peso Molecular) de corte de 20000 Daltons, a 55⁰C, pressão de entrada 2,4 Kg/cm² e saída de 1,5 Kg/cm². No processo de ultrafiltração do soro o fator final de concentração obtido foi de FC 12,5:1 e 15,3:1, para os experimentos 1 e 2, respectivamente. O concentrado protéico de soro foi imediatamente pesado e resfriado em água gelada até atingir 5⁰C e então guardado em câmara de resfriamento a 5⁰C até o seu uso.

2.3.4. Fabricação e envase dos requeijões cremosos

Os requeijões cremosos foram fabricados em uma máquina homogeneizadora-trituradora Biasinox, modelo 5690, com capacidade para 56 kg, com controle de velocidade de agitação, aquecimento por injeção direta de vapor e filtro de linha para produção de vapor sanitário e envasados em copos plásticos à quente com capacidade de 500g, seladas em envasadora mecânica DMOM Máquinas, modelo DMS 4000, com capacidade de envase de 1600 potes por hora. Acondicionados em caixas de papelão com capacidade de 24 copos e armazenado em câmara de resfriamento a 5⁰C.

2.4. Amostragem e determinação dos métodos analíticos

Amostras de leite, massa coagulada, soro, concentrado protéico de soro e manteiga, foram coletadas logo após sua obtenção em frascos de vidro com capacidade de 250 ml, com três repetições cada, duas congeladas e uma resfriada a 5⁰C, imediatamente após o acondicionamento nos frascos.

As amostras de requeijões foram coletadas e separadas das caixas de papelão onde estavam acondicionados os potes plásticos de cada processamento, após cinco dias de armazenamento a 5⁰C. Foram separados quatro potes de cada processamento para

determinação das análises físico-químicas e três potes para determinar as análises de textura e teste de derretimento.

Para caracterização físico-química dos constituintes e do próprio produto fabricado, as determinações foram realizadas em quadruplicata com exceção da determinação do sal que foi realizada em duplicata, com uma repetição para o padrão e uma do branco, de acordo com métodos oficiais de análise.

Para o leite, soro, massa coagulada, manteiga, concentrado protéico de soro e permeado foram realizadas as seguintes determinações físico-químicas: acidez titulável, pH, extrato seco total, umidade, gordura, cinzas e proteína total.

Os requeijões cremosos obtidos foram avaliados quanto às características físico-químicas: acidez titulável, pH, extrato seco total, gordura, cinzas e nitrogênio total e cloreto de sódio. Determinou-se também o perfil de textura e fluxo de queijo (teste de derretimento).

2.5. Análises físico-químicas

As determinações analíticas do leite, soro, permeado, dos ingredientes massa coagulada, manteiga, concentrado protéico de soro e dos requeijões cremosos foram realizados em quadruplicata, segundo métodos oficiais de análise.

2.5.1. Métodos analíticos

- pH: uso de potenciômetro (AOAC, 1995);
- Acidez titulável: segundo metodologia 33.2.06 para o leite e metodologia 971.19 para queijo (AOAC, 1995);
- Extrato seco total: em estufa a 105°C, segundo metodologia 925.23 (AOAC, 1995);
- Extrato seco desengordurado: metodologia 33.2.09/A (AOAC, 1995).
- Cinzas: determinado segundo a metodologia 33.2.10 (AOAC, 1995);
- Gordura: método de Gerber (AOAC, 1995);
- Proteína Total: pelo método de micro-Kjeldahl, metodologia 33.2.11 (AOAC, 1995);
- Cloreto de Sódio: segundo metodologia 971.19 (AOAC, 1995).

2.6. Perfil de textura instrumental

O perfil de textura dos requeijões foi determinada através do texturômetro TAXT₂ (Texture Profile Analysis), marca SMS – Stable Micro Systems e operado com o auxílio do programa Texture Expert® em ambiente Windows Microsoft®, modo de operação TPA, velocidade de pré-teste 1,0mm/s, velocidade de teste 1,0 mm/s e velocidade de pós-teste 1,0 mm/s, tempo 5,0 segundos, força de contato de 10g, temperatura 10°C ± 2°C (ROSENTHAL, 1999).

As amostras foram acondicionadas ainda quentes em cápsulas de alumínio com 52mm de diâmetro x 26 mm de altura e volume de 50cm³, logo após a fabricação dos requeijões, para evitar a formação de bolhas e padronizar a massa a ser analisada. Em seguida, as cápsulas foram tampadas e seladas com o uso de um filme plástico de PVC e resfriadas em câmara de resfriamento a 10°C. No dia da análise, as cápsulas foram levadas a uma geladeira à mesma temperatura (10°C) e cada amostra foi retirada uma a uma imediatamente anterior ao teste. Para caracterizar o perfil de textura foram determinados os parâmetros, dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade.

Na Tabela 01 constam o parâmetro e a definição sensorial do perfil de textura de cada requeijão:

Tabela 01. Parâmetros medidos pelo Perfil de Análise de Textura.

Parâmetro	Definição Sensorial
Dureza	Força requerida para compressão do alimento entre a língua e o palato
Elasticidade	Grau com que um produto volta a sua forma original depois da compressão entre os dentes
Adesividade	Força requerida para remover o material que adere ao palato durante o processo normal de comer
Coesividade	Grau com que uma substância é comprimida ente os dentes antes de se romper
Gomosidade	Energia requerida para desintegrar um alimento semi-Sólido ao ponto ideal para deglutição

Fonte: Rosenthal (1999).

2.7. Teste de derretimento

Para este teste foi empregado o método proposto por OLSON & PRICE (1958) aplicado às condições do requeijão cremoso com concentrado de soro. Foram realizados testes preliminares com amostras dos requeijões fabricados com concentrado de soro e com amostras de requeijões comerciais. Adaptou-se o processo às condições empregadas por GIGANTE (1998) pesando $15,00 \pm 0,20$ gramas de requeijão cremoso à 10^0C diretamente dentro do tubo de derretimento de vidro cilíndrico, com 31,0 cm de comprimento e 30mm de diâmetro, com três linhas de referência gravada no vidro no sentido transversal e uma linha no sentido longitudinal. Na realização dos testes, utilizou-se um estrado de madeira com capacidade de inclinação, sobre o qual foram depositados os três tubos de vidro.

As amostras foram pesadas em três repetições, em seguida, os tubos foram submetidos em banho de gelo, na posição vertical, e após 30 minutos os foram retirados, ajustando-se a rolha de borracha ao nível de uma das linhas transversais gravadas no tubo de vidro. Os tubos de vidro contendo as amostras, dispostos sobre o estrado de madeira, foram colocadas em uma estufa a 110^0C durante 5 minutos. Após este período, o estrado com os tubos foram retirados da estufa e inclinados para interromper o fluxo do produto, assinalando a distância percorrida entre a linha transversal no tubo e a borda do produto derretido. Esta distância percorrida em milímetros, denominou-se “fluxo de queijo” usado como critério de derretimento.

2.8. Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas, do teste de derretimento e dos parâmetros do perfil de textura instrumental foram avaliados por meio de análise de variância ANOVA e teste de médias de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando-se o programa SAS Versão 6.0 (1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste capítulo estão apresentados separadamente, do Experimento I e do Experimento II e incluem a composição dos ingredientes para fabricação dos requeijões e de constituintes obtidos na ultrafiltração do soro, composição dos produtos fabricados e análises de textura instrumental e teste de derretimento dos produtos. Incluem

também resultados de análise de composição físico-química, de textura instrumental e teste de derretimento de requeijões comerciais.

3.1. Resultados do Experimento I e de requeijões comerciais

3.1.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos na ultrafiltração do soro

Os resultados das análises físico-químicas das amostras dos ingredientes e dos constituintes dos requeijões cremosos, obtidos por ultrafiltração do soro de queijo estão apresentados na Tabela 02.

Tabela 02. Composição dos ingredientes utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos.

Ingredientes	Análises físico-químicas (%)			
	Extrato Seco	Gordura	Cinzas	Proteína
Leite	8,77	0,0	0,39	3,12
Massa Coagulada	29,78	0,5	0,59	24,62
Manteiga	76,9	76,9	0,09	0,62
Concentrado Protéico Soro	11,68	0,0	0,35	6,6
Permeado	5,59	0,0	0,25	0,15
Soro	6,17	0,0	0,31	0,77

Os valores das análises físico-químicas obtidos do leite, massa coagulada e de manteiga são em geral teores médios encontrados para estes tipos de produtos. A ausência de gordura ou teores muito próximos de zero de gordura dos ingredientes e dos constituintes é explicada pela utilização de leite desnatado no processamento. O soro apresentou um conteúdo de 0,77% de proteína total enquanto o concentrado protéico de soro (CPS) apresentou um conteúdo de 6,6% de proteína total. O teor de CPS corresponde ao fator de concentração de (FC) 12,5:1 obtido na ultrafiltração do soro. Obteve-se um conteúdo de 11,68% no extrato seco total do CPS.

3.1.2. Resultados das análises físico-químicas dos requeijões elaborados com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais

Na Tabela 03 são encontrados os resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos elaborados com gordura no extrato seco (GES) de 55%, 60% e 65% e adição de quatro níveis de CPS (6,0%, 8,0%, 10,0% e 12,0%) obtido por ultrafiltração, para cada um dos teores de GES.

Tabela 03. Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com três níveis de gordura no extrato seco GES e quatro níveis de CPS.

Requeijão/ % CPS	Análise Físico- Química	GES (%)		
		55	60	65
6	pH	5,96 ± 0,01 abB	5,98 ± 0,02 bB	6,07 ± 0,01 aA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,82 ± 0,02 aA	0,75 ± 0,01 aB	0,58 ± 0,01 cC
	Extrato Seco Total	35,26 ± 0,37 aA	34,84 ± 0,25 cA	31,97 ± 0,41 cB
	Extrato Seco Desengordurado	14,0 ± 0,41 aA	12,45 ± 0,24 cB	8,35 ± 0,58 bC
	Cinzas	1,64 ± 0,01 bAB	1,8 ± 0,01 cA	1,5 ± 0,22 bB
	Gordura	21,3 ± 0,28 bC	22,4 ± 0,47 aB	23,6 ± 0,25 cA
	Proteína Total	12,15 ± 0,30 cA	10,7 ± 0,72 cB	9,97 ± 0,07 bB
	Cloreto de Cálcio	0,75 ± 0,00 aA	0,61 ± 0,00 cB	0,53 ± 0,00 cC
8	pH	5,94 ± 0,01 bB	6,02 ± 0,02 aA	6,03 ± 0,01 bA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,81 ± 0,01 abA	0,67 ± 0,00 bB	0,65 ± 0,01 aC
	Extrato Seco Total	34,96 ± 0,31 aB	35,21 ± 0,11 cB	35,92 ± 0,04 bA
	Extrato Seco Desengordurado	14,0 ± 0,31 aA	13,96 ± 0,32 abA	11,53 ± 0,26 aB
	Cinzas	1,86 ± 0,01 bA	1,76 ± 0,02 bA	1,73 ± 0,13 abA
	Gordura	21,0 ± 0,00 bB	21,1 ± 0,25 bB	24,3 ± 0,25 bA
	Proteína Total	12,74 ± 0,10 bA	11,15 ± 0,01 bcB	10,06 ± 0,06 bC
	Cloreto de Cálcio	0,73 ± 0,00 bA	0,61 ± 0,00 cB	0,56 ± 0,00 aC
10	pH	5,96 ± 0,02 aB	5,99 ± 0,01 abB	6,04 ± 0,02 bA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,79 ± 0,02 abA	0,72 ± 0,02 aB	0,61 ± 0,01 bC
	Extrato Seco Total	35,08 ± 0,24 aB	36,57 ± 0,35 bA	36,7 ± 0,04 aA
	Extrato Seco Desengordurado	14,08 ± 0,24 aA	13,45 ± 0,74 bA	11,08 ± 0,23 aB
	Cinzas	1,91 ± 0,01 aA	1,92 ± 0,01 aA	1,85 ± 0,10 aA
	Gordura	21,0 ± 0,00 bC	23,1 ± 0,47 aB	25,6 ± 0,25 aA
	Proteína Total	13,75 ± 0,09 aA	11,52 ± 0,23 abB	10,77 ± 0,11 aC
	Cloreto de Cálcio	0,68 ± 0,00 dA	0,62 ± 0,00 bB	0,56 ± 0,00 aC
12	pH	5,92 ± 0,01 bB	5,93 ± 0,02 cB	6,04 ± 0,01 bA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,76 ± 0,03 bA	0,74 ± 0,02 aA	0,61 ± 0,01 bB
	Extrato Seco Total	35,81 ± 0,83 aB	37,71 ± 0,14 aA	36,60 ± 0,24 aB
	Extrato Seco Desengordurado	13,44 ± 1,17 aA	14,71 ± 0,14 aA	10,85 ± 0,21 aB
	Cinzas	2,01 ± 0,12 aA	1,94 ± 0,01 aA	1,92 ± 0,03 aA
	Gordura	22,3 ± 0,47 aB	23,0 ± 0,00 aB	25,7 ± 0,28 aA
	Proteína Total	13,51 ± 0,20 aA	12,32 ± 0,00 aB	10,94 ± 0,16 aC
	Cloreto de Cálcio	0,69 ± 0,00 cA	0,69 ± 0,00 aA	0,55 ± 0,00 bA

Médias e desvio padrão seguidas de mesmas letras, na coluna em letra minúscula, e na linha em letra maiúscula não diferem ao nível de 5% de erro, pelo teste de médias de Tukey.

Ocorreram diferenças significativas entre todas as amostras de requeijões, para os parâmetros estudados e em todos os níveis de adição de CPS e gordura no extrato seco (GES). Observa-se na Tabela 03 que tanto o pH quanto a acidez titulável apresentaram pequenas variações à medida que foram sendo adicionados diferentes teores de CPS nos requeijões, suficientes no entanto para apresentarem diferenças significativas ($P < 0,05$). Ocorreu pequeno aumento e redução no pH e acidez titulável, respectivamente, nos requeijões formulados com 65% de GES.

Mesmo tendo havido diferenças significativas nos valores de pH e acidez titulável, entre algumas amostras com diferentes níveis de adição de CPS e gordura no extrato seco, avalia-se que o sal emulsificante teve pouca importância nos resultados destes parâmetros e que outros fatores podem ter contribuído com estas diferenças.

O conteúdo médio do extrato seco total requerido para o requeijão cremoso é de 38 a 40% (FERNANDES et al, 1985 a,b). Todas as amostras apresentaram teores de extrato seco total inferiores mas muito próximas aos valores estabelecidos em literatura. Obteve-se uma pequena redução no extrato seco total do requeijão cremoso com adição de 8,0% CPS no nível de 55 e 60% GES. Resultados semelhantes também podem ser observados em relação aos teores médios obtidos de gordura, cinzas e cloreto de cálcio dos requeijões em todas três relações de GES e nos quatro níveis de adição de CPS dos formulados. Foram obtidos teores crescentes de proteína total dentro de cada nível de GES, indicando que à medida que foi aumentada a quantidade de adição de CPS na formulação ocorreu também um incremento direto no teor de proteína total nos requeijões cremosos.

Ocorreu pequena redução nos teores da acidez titulável, extrato seco total, cinzas, gordura e proteína total do requeijão formulado com 8% CPS para requeijões com 60% GES, o que pode estar associado à erros de pesagem dos constituintes.

Pode ser observado na Figura 01, à medida que ocorre aumento na percentagem de GES nos formulados de requeijão, há uma redução do teor de proteína total dos requeijões cremosos, independente das diferentes concentrações de CPS adicionado. A redução do teor de proteína total nos requeijões com maiores níveis de GES é devido a menores volumes de massa coagulada utilizada na fabricação dos requeijões (Tabela 13), uma vez que, as porcentagens de CPS foram as mesmas em cada nível de GES.

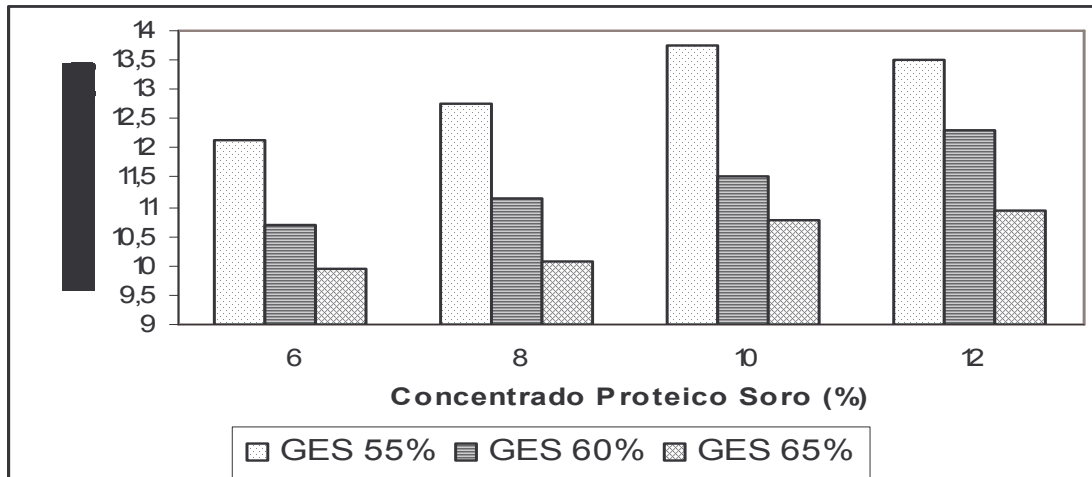


Figura 01. Conteúdo de proteína total dos requeijões cremosos elaborados com diferentes teores de CPS em três níveis de gordura no extrato seco (GES).

Na Tabela 04 estão apresentados os resultados da composição físico-química dos requeijões cremosos comerciais. Ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre todas as marcas de requeijões comerciais.

Avaliando-se os resultados físico-químicos dos requeijões comerciais, observa-se que os mesmos apresentaram valores com diferença significativa entre si ($P < 0,05$), de pH entre 5,72 e 6,0, mais ácidos comparado aos obtidos nos requeijões com adição de CPS (Tabela 03). Obteve-se também diferenças significativas nos valores de acidez titulável entre as marcas “C” (0,61) e “D” (0,72%) de ácido láctico, respectivamente, ao passo que as marcas “A” e “B” foram estatisticamente iguais entre si.

Obteve-se valores de extrato seco total de 37,97 e 38,95% para os requeijões comerciais marcas “C” e “D”, respectivamente, enquanto que nos requeijões comerciais marcas “A” e “B” obteve-se diferenças significativas de 42,26 e 40,65%, respectivamente, valores superiores ao conteúdo médio de extrato seco total requerido para o requeijão cremoso de 38 a 40% (FERNANDES et al, 1985a,b). Não foram encontradas diferenças significativas entre as amostras de requeijões comerciais quanto ao parâmetro de extrato seco desengordurado. Quanto ao teor de cinzas obteve-se valores entre 1,80 e 2,68% e de gordura entre 23,4 e 26,7% dentre os quatro requeijões avaliados. Na Tabela 04 podem ser encontrados os valores médios entre a marca “C” (9,49%) e “D” (10,59%) de proteína total

dos requeijões comerciais, que são diferentes estatisticamente entre si ($P < 0,05$), cujos resultados são semelhantes aos mesmos tipos de produtos descritos por VAN DENDER et al (2003b). Os teores de proteína total encontrados nos requeijões cremosos comerciais foram menores do que aqueles encontrados nos requeijões cremosos formulados com adição de concentrado de soro. Este resultado possivelmente foi influenciado pelas proteínas do soro encontradas nos formulados com concentrado protéico de soro. Observa-se também que os teores de cloreto de sódio avaliados nos requeijões das marcas “B” e “C” foram estatisticamente iguais, entretanto, apresentaram diferenças significativas em relação ao requeijão da marca “D” que foi de 1,49 (Tabela 04).

Tabela 04. Resultados médios (%) das análises físico-químicas dos requeijões cremosos comerciais.

Análise Físico-Química	Requeijões cremosos comerciais			
	A	B	C	D
pH	5,93 ± 0,01 b	5,72 ± 0,01d	6,0 ± 0,00 a	5,79 ± 0,01 c
Acidez titulável (% Ácido Lático)	0,53 ± 0,02 c	0,52 ± 0,05 c	0,61 ± 0,01 b	0,72 ± 0,01 a
Extrato seco total	42,26 ± 1,00 a	40,65 ± 1,77 ab	37,97 ± 1,23 c	38,95 ± 0,11bc
Extrato seco desengordurado	15,56 ± 1,16 a	16,65 ± 2,14 a	14,57 ± 1,48 a	14,75 ± 0,35 a
Cinzas	1,93 ± 0,03 c	1,80 ± 0,13 c	2,19 ± 0,01 b	2,68 ± 0,02 a
Gordura	26,7 ± 0,28 a	24,0 ± 0,40 bc	23,4 ± 0,25 c	24,2 ± 0,28 b
Proteína total	9,69 ± 0,19 b	10,54 ± 0,12 a	9,49 ± 0,15 b	10,59 ± 0,66 a
Cloreto de Cálcio	0,86 ± 0,01c	0,93 ± 0,03 bc	0,98 ± 0,01b	1,49 ± 0,05 a

Médias mais desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas, na linha, não diferem ao nível de 5% de erro pelo teste de médias de Tukey.

3.1.3. Resultados do fluxo de queijo dos requeijões elaborados com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais

Na Tabela 05 e Figura 02 constam os resultados médios dos fluxos de queijo dos requeijões elaborados com três níveis de gordura no extrato seco (GES) e quatro níveis de concentrado protéico de soro (CPS). Não ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) nos requeijões com adição de 6%, 8% e 10% de CPS (55% GES), mas a amostra com 12% de adição de concentrado protéico de soro diferiu estatisticamente das demais neste nível de gordura no extrato seco, sendo que, foi o produto que apresentou a menor capacidade de derretimento, de 167,3 mm.

As amostras com 8% e 10% de adição de CPS (60% GES) não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si ($P < 0,05$), entretanto, as amostras com 6% e 12% de adição de concentrado protéico de soro diferiram estatisticamente das demais, neste nível de GES estudado, apresentando menor derretimento, de 214,0 mm e 201,0 mm, respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas entre as amostras com 8%, 10% e 12% de CPS (65% GES), mas estas amostras diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) do produto com 6% de CPS, que apresentou o maior derretimento (316,0 mm) entre as quatro amostras estudadas neste nível de GES.

Observa-se na Tabela 05 que os produtos com maior teor de adição de CPS (12%), independente do nível de GES, foram os produtos que apresentaram a menor capacidade de derretimento. Este resultado possivelmente é devido as proteínas no concentrado protéico de soro, incorporadas nos requeijões no momento da fusão. Segundo MORR (1979) as proteínas do concentrado protéico de soro tem propriedades altamente funcionais de viscosidade, atuam sobre a formação de matriz protéica e solidificação (HARPER, 1984) e ligam altas quantidades de água por meios físicos e químicos o que pode afetar algumas propriedades como o derretimento, estirramento e espalhamento, produzindo corpo e textura em queijos processados (YOUNG, 1999).

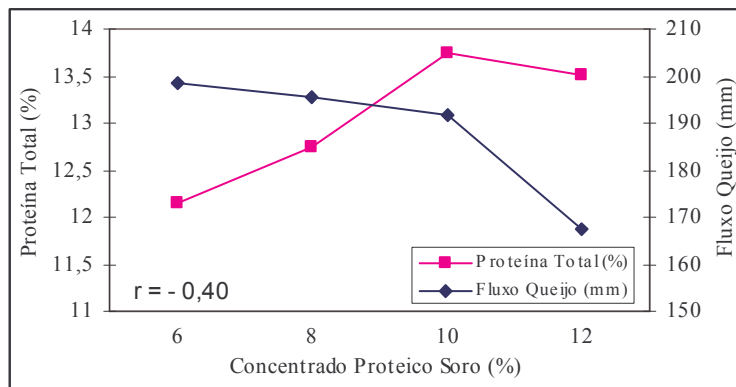
Comparando-se os resultados do derretimento dos requeijões, constata-se que os requeijões que apresentam maior derretimento são os que também possuem os maiores teores de GES (65%). Os maiores teores de gordura proporcionam nos requeijões maior

escorrimento o que está de acordo com MEYER (1973) que relata que com a adição de gordura na formulação, a viscosidade é consideravelmente diminuída.

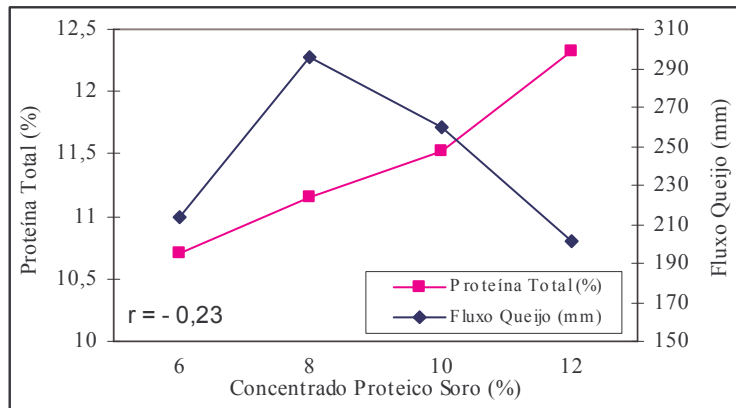
Tabela 05. Resultados médios do fluxo de queijo das amostras de requeijão cremoso com diferentes níveis de concentrado protéico de soro.

Nível Concentrado Protéico Soro (%)	Gordura Extrato Seco (%)		
	55	60	65
6	198,7 ± 15,50 aB	214,0 ± 18,19 bB	316,0 ± 2,64 aA
8	195,7 ± 6,42 aB	295,7 ± 17,50 aA	264,0 ± 22,06 bA
10	191,7 ± 7,63 abB	259,7 ± 10,96 aA	259,0 ± 11,26 bA
12	167,3 ± 4,61bC	201,0 ± 15,39 bB	257,0 ± 12,00 bA

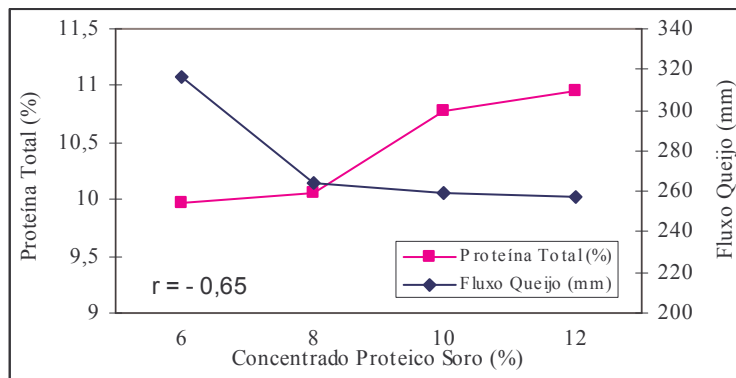
Médias mais desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha, não diferem ao nível de 5% de erro pelo teste de médias de Tukey.



(a)



(b)



(c)

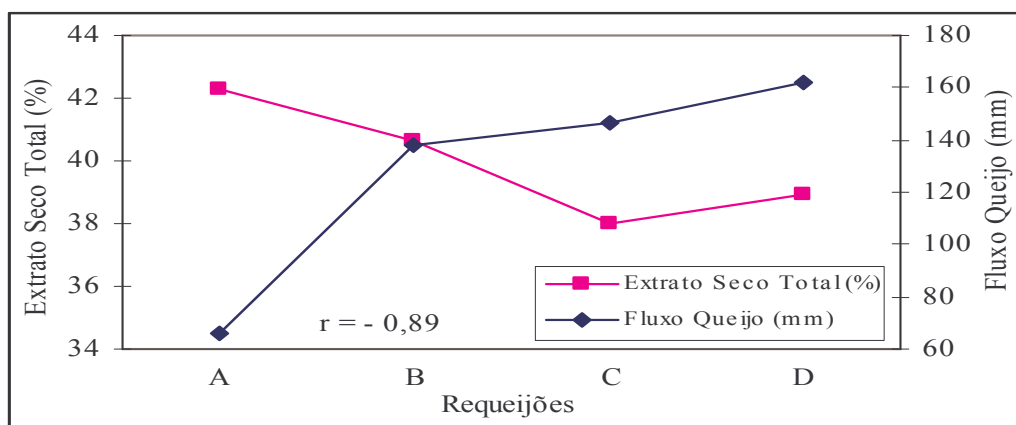
Figura 02. Resultados do fluxo de queijo comparado ao teor de proteína total dos requieijos cremosos com GES (a) 55%, (b) 60% e (c) 65%.

O Fluxo de queijo das quatro amostras de requeijão cremoso comerciais podem ser encontradas na Tabela 06. Observa-se que não ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras “C” e “D”, em que o escorrimento da massa do requeijão entre ambos ficou próximo, o primeiro com 146,3 mm e o segundo com 162,0 mm, indicando ser o requeijão mais fluido. Os requeijões “A” e “B” foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) dos demais, sendo o requeijão “A” a amostra mais viscosa entre os quatro estudados, apresentando 65,7 mm de escorrimento. Observa-se na Figura 03, que o derretimento (fluxo de queijo) está mais relacionado com o teor de umidade e pH do que com o teor da proteína total dos requeijões. Há um aumento no derretimento do requeijão com o aumento do teor de umidade. Segundo FOX et al (2000) com o aumento da umidade geralmente resulta em produtos mais moles, menos elásticos e mais adesivos e mais espalháveis, ao passo que, o pH determina a fluidez e a cremosidade dos queijos processados, desta forma, queijos com pH acima de 5,7 proporcionam produtos que tendem a ter consistência cremosa e suave (BERGER et al, 1989), resultado que ocorreu nestes produtos.

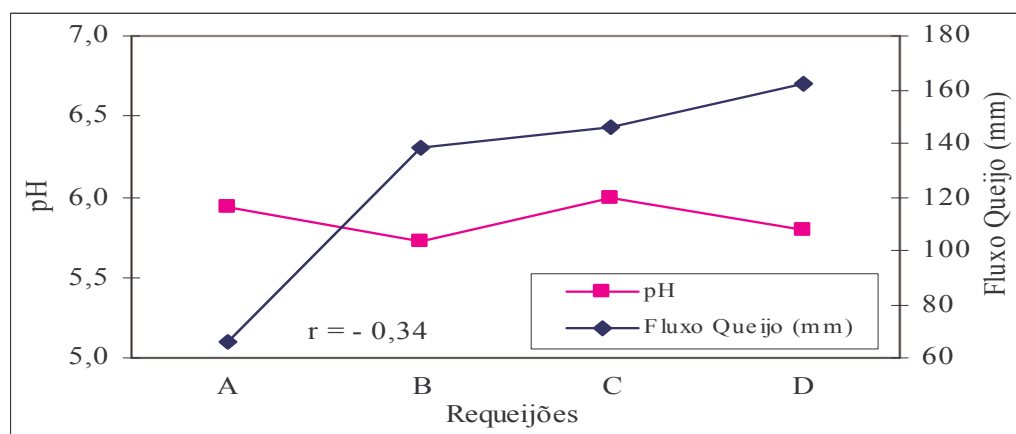
Tabela 06. Resultados médios do fluxo de queijo das amostras de requeijão cremoso comerciais.

Marca Requeijão Comercial	Fluxo de Queijo (mm)
A	$65,7 \pm 10,06$ c
B	$138,0 \pm 2,00$ b
C	$146,3 \pm 7,23$ ab
D	$162,0 \pm 3,00$ a

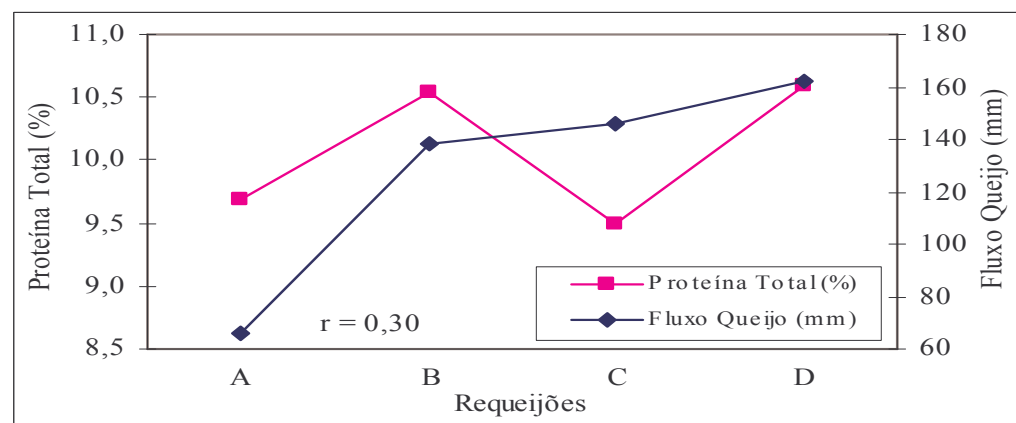
Médias mais desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem ao nível de 5% de erro pelo teste de médias de Tukey.



(a)



(b)



(c)

Figura 03. Perfil do fluxo de queijo dos requeijões comerciais comparado ao extrato seco total (a), pH (b) e teor de proteína total (c).

3.1.4. Perfil de textura de requeijões com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais

Na Tabela 07 constam os resultados do perfil de textura instrumental dos requeijões fabricados com CPS. Nos requeijões cremosos fabricados com adição de 6, 8, 10 e 12% de CPS ocorreram variações nos parâmetros de textura entre os três níveis testados de GES. Observa-se na Tabela 07 que requeijões com 6, 8, 10 e 12% de CPS e 55% de GES apresentaram valores de dureza quanto de adesividade e gomosidade bem superiores aos demais níveis de gordura no extrato seco, ao passo que, quanto à coesividade, as amostras são similares entre si mas diferem no parâmetro de elasticidade nos níveis de 6, 10 e 12% de CPS no nível de 65% de gordura no extrato seco comparado aos outros dois níveis estudados.

Quando cada parâmetro de textura é analisado separadamente, constata-se que no nível de 55% de GES a dureza tende a aumentar com o aumento de adição de CPS, assim a dureza do produto com 6% de CPS foi 116,09g enquanto que a 12% de CPS a dureza foi 274,72g. Esta tendência também foi observada nos parâmetros de adesividade e gomosidade. Os resultados dos parâmetros de elasticidade e coesividade foram similares entre si nos quatro níveis de adição de CPS.

Os resultados de perfil de textura de dureza, adesividade e gomosidade no nível de 60% de GES também tendem a aumentar com o aumento de adição de 8, 10 e 12% CPS, com exceção do nível de 6% de CPS no qual estes parâmetros de textura apresentaram valores superiores. Com 65% de GES, com aumento do CPS no produto parecem seguir a mesma tendência de aumento os parâmetros de dureza e gomosidade.

Os resultados obtidos quanto ao perfil de textura instrumental dos requeijões proporcionaram tendências semelhantes aos obtidos no fluxo de queijo, no qual o conteúdo de proteína adicionado influencia a textura, obtendo-se requeijões mais duros, mais adesivos e de maior gomosidade com o aumento do CPS, enquanto que com o aumento do nível de gordura no extrato seco obtém-se requeijões menos duros, menos adesivos e de menor gomosidade. Estes resultados estão de acordo com PEREIRA et al (2002) que correlacionaram dados sensoriais com avaliação de textura instrumental de queijos, obtendo que a redução na quantidade de gordura no produto com menor conteúdo de umidade está

vinculado a obtenção de produtos mais firmes, de melhor cremosidade e mais estável. O CPS e GES dos requeijões cremosos obtidos por ultrafiltração do soro não apresentaram influência sobre a elasticidade e coesividade.

De acordo com TEMPLETON & SOMMER (1932), os principais fatores que influenciam a firmeza dos queijos processados untáveis, como é o caso do requeijão cremoso, são, o pH, conteúdo de umidade, tipo de sal emulsificante e conteúdo de extrato seco desengordurado. Pouco pode-se avaliar da influência do sal emulsificante empregado, em função deste ingrediente ter sido utilizado sempre na mesma concentração na elaboração dos requeijões com CPS, no entanto, foi utilizado o sal emulsificante S10 que de acordo com RAPACCI (1997) que pesquisou o comportamento de dureza de requeijões com diferentes sais emulsificantes obtendo sempre produtos mais firmes com a utilização do sal tipo S10.

Os requeijões cremosos elaborados com adição de CPS apresentaram parâmetros de dureza, adesividade e gomosidade maiores comparado aos requeijões comerciais, principalmente nos maiores níveis de adição de CPS, o que indica que as proteínas do soro incorporados no CPS, obtido por ultrafiltração, influenciaram nos resultados de textura dos requeijões.

Segundo VAN DENDER et al (2003b) o conteúdo de GES parece ser um fator que influencia a consistência do queijo. OLSON & PRICE(1961), avaliaram o efeito que alguns componentes de queijos processados exercem sobre a firmeza e verificaram que embora o aumento do conteúdo de umidade diminua consideravelmente a firmeza, o teor de gordura, parece influenciar muito pouco tal propriedade. Os autores constataram que outro fator que demonstrou ter uma influência importante sobre a firmeza foi o conteúdo de extrato seco desengordurado. De acordo com MUNCK & CAMPOS (1984) os teores de extrato seco total e gordura no extrato seco são dois fatores importantes que devem ser controlados, já que a consistência do produto final depende basicamente do teor de gordura e umidade.

Tabela 07. Médias do perfil de textura dos requeijões cremosos elaborados com três níveis de GES e quatro níveis de concentrado protéico soro.

Requeijão	Parâmetro de textura	Gordura no Extrato Seco (%)		
		55	60	65
6	Dureza	116,09 ± 12,87 aC	84,3 ± 4,17 bA	1,84 ± 0,84 cC
	Adesividade	-935,13 ± 110,83 cA	-653,10 ± 30,41 bD	-3,98 ± 3,38 aA
	Elasticidade	0,04 ± 0,001 AB	0,03 ± 0,004 bB	0,38 ± 0,04 aA
	Coesividade	0,92 ± 0,01 aA	0,89 ± 0,01 bA	0,92 ± 0,02 aA
	Gomosidade	107,46 ± 11,20 aC	75,34 ± 4,24 bA	1,71 ± 0,80 cC
8	Dureza	116,41 ± 9,05 aC	18,33 ± 1,68 cC	39,92 ± 3,50 bA
	Adesividade	-907,61 ± 71,65 cA	-14,77 ± 5,59 aA	-217,81 ± 18,84 bB
	Elasticidade	0,03 ± 0,003 bB	0,08 ± 0,01 aA	0,01 ± 0,002 cC
	Coesividade	0,90 ± 0,01 aA	0,88 ± 0,01 aAB	0,56 ± 0,01 bB
	Gomosidade	105,05 ± 7,33 aC	16,18 ± 1,71 aC	22,40 ± 1,49 aA
10	Dureza	198,20 ± 18,88 aB	30,87 ± 1,40 bB	17,54 ± 1,03 bB
	Adesividade	-1402,92 ± 102,16 bB	-156,43 ± 6,64 aB	-12,57 ± 5,89 aA
	Elasticidade	0,05 ± 0,002 bA	0,02 ± 0,003 cB	0,11 ± 0,01 aB
	Coesividade	0,81 ± 0,04 aB	0,85 ± 0,009 aB	0,88 ± 0,01 aA
	Gomosidade	161,59 ± 11,56 aB	26,44 ± 1,06 bB	15,52 ± 1,21 bB
12	Dureza	274,72 ± 25,90 aA	82,70 ± 3,86 bA	20,92 ± 5,30 cB
	Adesividade	-2116,38 ± 216,72 cC	-532,21 ± 23,48 bC	-8,60 ± 10,84 aA
	Elasticidade	0,04 ± 0,007 aA	0,03 ± 0,003 aB	58,97 ± 1,74 aBC
	Coesividade	0,82 ± 0,02 bB	0,86 ± 0,004 abAB	0,90 ± 0,04 aA
	Gomosidade	226,13 ± 15,11 aA	71,78 ± 3,22 bA	19,03 ± 5,68 cAB

Médias mais desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna, não diferem ao nível de 5% de erro pelo teste de médias de Tukey.

Na Tabela 08 constam os resultados de análise do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos comerciais. Constata-se que há variação significativa ($P < 0,05$) entre as marcas “A” e “B” em relação ao parâmetro de dureza, ao passo que as amostras “C” e “D” não variaram estatisticamente entre si mas variaram em relação às demais, apresentando uma dureza de 42g. A amostra “A” apresentou o maior valor de dureza, de 263,68 g.

Em relação ao parâmetro de adesividade, as amostras “C” e “D” foram estatisticamente iguais, enquanto que as amostras “A” e “B” foram significativamente diferentes das demais. A amostra de requeijão comercial “D” foi a mais adesiva com um valor de -286,85, enquanto a marca menos adesiva foi a “A” com valor de -1722,89.

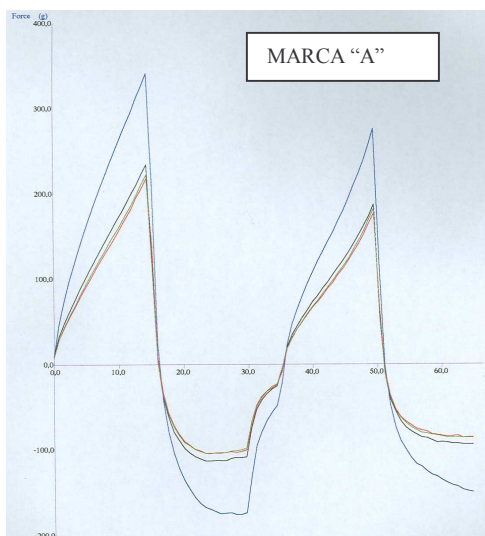
As amostras “A” e “B” foram as amostras mais coesivas apresentando-se estatisticamente iguais entre si, ao passo que, a amostra “D” foi a amostra mais coesiva comparada as demais. O perfil de textura em relação ao parâmetro de gomosidade, a amostra “A” apresentou-se mais gomosa, sendo que as demais foram estatisticamente diferentes em relação à amostra “A”.

Observa-se que houve diminuição significativa da dureza e gomosidade dos requeijões comerciais “C” e “D”. O aumento significativo no derretimento destas amostras, possivelmente foram influenciados pelo aumento no conteúdo de umidade nestes produtos. De acordo com TEMPLETON & SOMMER (1932), os principais fatores que influenciam a firmeza dos queijos processados untáveis, como é o caso do requeijão cremoso, são, o pH, conteúdo de umidade, tipo de sal emulsificante e conteúdo de extrato seco desengordurado. OLSON & PRICE(1961), avaliaram o efeito que alguns componentes de queijos processados exercem sobre a firmeza e verificaram que o aumento do conteúdo de umidade diminua consideravelmente a firmeza, o teor de gordura, parece influenciar muito pouco tal propriedade. Os autores constataram que outro fator que demonstrou ter uma influência importante sobre a firmeza foi o conteúdo de extrato seco desengordurado.

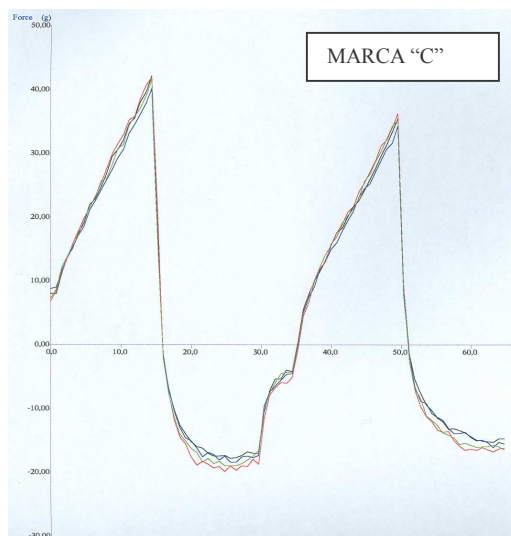
Tabela 08. Médias do perfil de textura dos requeijões cremosos comerciais, após três semanas de armazenamento à 10⁰C.

Parâmetro de textura	Requeijões			
	A	B	C	D
Dureza	263,68 ± 51,45a	141,03 ± 18,67b	42,52 ± 0,83c	42,21 ± 5,94c
Adesividade	-1722,89 ± 401,15c	-896,90 ± 106,31b	-257,48 ± 11,01a	-286,85 ± 57,38a
Elasticidade	0,04 ± 0,004a	0,04 ± 0,005ab	0,03 ± 0,002b	0,02 ± 0,003c
Coesividade	0,73 ± 0,01c	0,73 ± 0,01c	0,78 ± 0,006b	0,87 ± 0,01a
Gomosidade	192,31 ± 33,70a	103,97 ± 13,27b	33,54 ± 0,83c	36,88 ± 5,61c

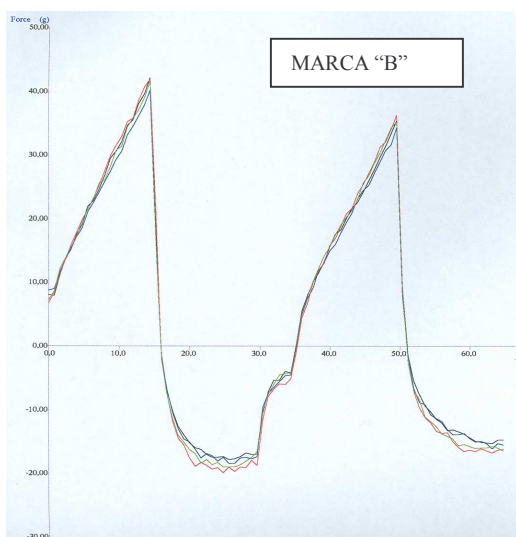
Médias mais desvio padrão seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem ao nível de 5% de erro pelo teste de médias de Tukey.



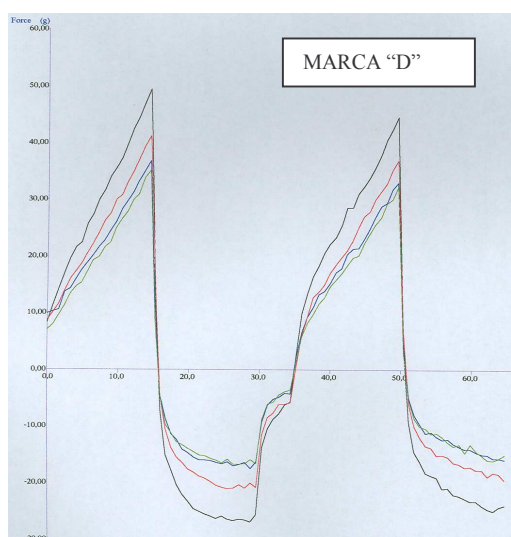
(a)



(c)



(b)



(d)

Figura 04. Perfil de textura instrumental de requijões cremosos comerciais

3.2. Resultados do Experimento II e de requeijões comerciais

3.2.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos na ultrafiltração do soro

Os resultados das análises físico-químicas das amostras dos ingredientes e dos constituintes dos requeijões cremosos obtidos por ultrafiltração do soro de queijo do Experimento II estão apresentados na Tabela 09.

Tabela 09. Composição dos ingredientes (%) utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos.

Ingredientes	Análises físico-químicas					
	pH	Acidez Titulável (% Ác. Lático)	Extrato Seco Total	Gordura	Cinzas	Proteína total
Leite	6,80	0,14	8,27	0,68	0,68	3,26
Massa Coagulada	5,20	0,16	28,15	3,60	0,64	23,31
Manteiga	-	-	68,00	68,0	0,08	0,72
Concentrado Protéico de Soro	5,00	0,57	11,83	0,30	0,73	5,82
Permeado	5,00	0,25	4,58	0,00	0,50	0,49
Soro	5,00	0,31	5,66	0,50	0,64	0,97

Os resultados de conteúdo físico-químico dos ingredientes e outros constituintes obtidas no Experimento II foram semelhantes às características destes mesmos constituintes encontradas no Experimento I, deste capítulo. Observa-se na Tabela 09 que o conteúdo de proteína total do CPS no Experimento II, foi imediatamente inferior comparado a este mesmo ingrediente do Experimento I (Tabela 02), embora o fator de concentração do soro tenha sido maior, de FC 12,5:1 (Experimento I) para FC 15,3:1 (Experimento II). A porcentagem de manteiga de 68% foi menor comparado ao teor de 76,9

no Experimento I, o que necessitou empregar maiores volumes deste ingrediente na fabricação dos requeijões. Maior teor de proteína total foi obtida na massa coagulada no Experimento II. Valores de pH e acidez titulável obtidos para leite e massa coagulada são considerados normais para matérias-primas de boa qualidade. A acidez titulável de 0,31 obtida para o soro é resultando das condições de obtenção da massa coagulada por precipitação ácida com ácido láctico.

3.2.2. Resultados das análises físico-químicas dos requeijões elaborados com concentrado protéico de soro

Na Tabela 10 são encontrados os resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos elaborados com 55%, 60% e 65% GES e adição de cinco níveis de CPS (0%, 6,0%, 8,0%, 10,0% e 12,0%), para cada um dos teores de GES.

Em sua maioria, os requeijões do (Experimento II) apresentaram valores de pH muito próximos, mas todos acima de pH 6,0 nos três níveis de adição de GES e em todos os níveis de adição de CPS com exceção do requeijão formulado com 10% de CPS no nível de 55% de GES que apresentou pH 5,99. Conforme relatado por TEMPLETON & SOMMER (1932), queijos processados untáveis que apresentam valores de pH entre 5,7 e 6,3, pouca influência possuem sobre o corpo e textura destes produtos, ao passo que, segundo BERGER et al (1989) queijo fundidos de consistência cremosa e suave devem ter pH >5,7. Os requeijões cremosos elaborados com adição de concentrado de soro no Experimento II possuem estas características de textura.

Com relação à acidez titulável constata-se na Tabela 10 que pouca variação ocorreu nesta característica física dos requeijões mesmo com a adição de diferentes níveis de CPS, embora existam diferenças na acidez dos requeijões entre os níveis de GES, no qual requeijões com 65% de GES apresentaram acidez mais elevadas comparadas com requeijões com 60% GES e estes produtos foram mais ácidos do que os produtos obtidos com 55% GES.

Os requeijões com CPS apresentaram teores de extrato seco total (EST) muito próximos nos diferentes níveis de GES, com teores que variaram entre 26,45 e 29,90%, mas obteve-se pequenos aumentos de EST dos requeijões em cada nível de GES quando

adicionou-se quantidades crescentes de CPS, contudo, os resultados obtidos foram inferiores ao requerido para o requeijão cremoso que segundo FERNANDES et al (1985a,b) deve ser entre 38 a 40%.

Observa-se na Tabela 10 que houve variação nos teores de cinzas nos requeijões que variaram entre 1,7 e 2,65%, diminuindo estes valores com o aumento no teor de GES. Estes resultados foram no entanto semelhantes aos obtidos por VAN DENDER et al (2003b) que encontraram porcentagens de cinzas entre 1,42 e 2,67% e de 1,58 e 3,52% de oito requeijões cremosos comerciais e oito requeijões cremosos light, respectivamente. Foram encontrados valores médios de gordura que apresentaram pequenas variações nos seus teores, se situando entre 14,0 e 19,0% entre todos os requeijões fabricados.

O teor de proteína total nos requeijões com nível de 55% de GES variou entre 12,36% sem adição de CPS e 14,73% com adição de 12% de CPS. No nível de 60% de GES obteve-se um teor de 10,82% de proteína no requeijão sem adição de CPS e de 12,71% de proteína no requeijão com adição de 12% de CPS e, no nível de 65% de GES o teor de proteína variou entre 8,66% no requeijão sem adição de CPS e 8,88% de proteína com adição de 12% de CPS. Observa-se na Figura 05 que os valores médios do teor de proteína total é diretamente proporcional a adição do CPS em cada nível de GES, no entanto, esses valores diminuem à medida que aumenta o teor de GES dos requeijões. A redução do teor de proteína total nos requeijões com maiores níveis de GES é devido a menores volumes de massa coagulada utilizada na fabricação dos requeijões (Tabela 14), uma vez que, as porcentagens do CPS foram as mesmas em cada nível de GES.

Os teores médios de cloreto de sódio obtidos nos resultados refletem a quantidade deste ingrediente de 1,4% sobre a massa coagulada, adicionado por ocasião do cálculo das formulações.

Tabela 10. Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com três níveis de gordura no extrato seco (GES) e cinco níveis de concentrado protéico de soro (CPS).

Requeijão/ % CPS	Análise Físico- Química	GES (%)		
		55	60	65
0	pH	6,02 ± 0,00 bC	6,09 ± 0,01 aB	6,21 ± 0,00 aA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,77 ± 0,01 bA	0,72 ± 0,01 cB	0,58 ± 0,01 cC
	Extrato Seco Total	29,25 ± 0,31 abA	28,79 ± 1,25 aA	27,85 ± 0,03 abA
	Extrato Seco Desengordurado	12,25 ± 0,43 abA	12,39 ± 1,54 aA	10,35 ± 0,27 bcB
	Cinzas	2,13 ± 0,02 cA	2,1 ± 0,01 abA	1,78 ± 0,05 aB
	Gordura	17,0 ± 0,40 aAB	16,4 ± 0,47 aB	17,5 ± 0,25 bA
	Proteína Total	12,36 ± 0,42 dA	10,82 ± 0,02 eB	8,66 ± 0,25 cC
	Cloreto de Cálcio	0,71 ± 0,01 abA	0,70 ± 0,01 cA	0,64 ± 0,01 cB
6	pH	6,04 ± 0,01 aB	6,05 ± 0,01 bB	6,12 ± 0,01 bA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,82 ± 0,01 aA	0,74 ± 0,01 bB	0,63 ± 0,01 aC
	Extrato Seco Total	27,68 ± 0,35 cB	26,45 ± 0,27 bC	28,45 ± 0,05 abA
	Extrato Seco Desengordurado	11,68 ± 0,54 bA	11,95 ± 0,27 aA	9,45 ± 0,05 cB
	Cinzas	2,0 ± 0,03 dA	1,77 ± 0,01 dB	1,70 ± 0,01 bC
	Gordura	16,0 ± 0,40 bcB	14,5 ± 0,00 bC	19,0 ± 0,00 aA
	Proteína Total	12,92 ± 0,15 cA	11,4 ± 0,02 dB	8,88 ± 0,01 cC
	Cloreto de Cálcio	0,71 ± 0,01 abA	0,70 ± 0,01 cA	0,69 ± 0,00 aA
8	pH	6,0 ± 0,00 cC	6,02 ± 0,00 dB	6,08 ± 0,00 cA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,78 ± 0,01 bA	0,76 ± 0,01 aA	0,61 ± 0,01 bB
	Extrato Seco Total	28,81 ± 0,91 bA	27,85 ± 0,13 abA	28,62 ± 1,43 bA
	Extrato Seco Desengordurado	11,81 ± 1,36 bA	10,85 ± 0,13 aA	12,12 ± 1,31 abcA
	Cinzas	2,16 ± 0,03 cA	1,92 ± 0,06 cB	1,73 ± 0,01 bC
	Gordura	17,0 ± 0,47 abA	17,0 ± 0,00 aA	16,50 ± 0,25 cA
	Proteína Total	13,62 ± 0,06 bA	12,0 ± 0,25 cB	9,12 ± 0,09 cC
	Cloreto de Cálcio	0,69 ± 0,01 bcB	0,73 ± 0,00 aA	0,69 ± 0,00 aB
10	pH	5,99 ± 0,01 cC	6,04 ± 0,01 cB	6,07 ± 0,01 dA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,81 ± 0,01 aA	0,72 ± 0,01 bcB	0,62 ± 0,01 abC
	Extrato Seco Total	29,4 ± 0,04 abA	28,41 ± 0,73 abB	29,13 ± 0,14 aAB
	Extrato Seco Desengordurado	13,4 ± 0,32 aA	11,91 ± 0,83 aB	11,13 ± 0,41 abB
	Cinzas	2,27 ± 0,01 bA	2,04 ± 0,02 bB	1,80 ± 0,00 aC
	Gordura	16,0 ± 0,28 cC	16,5 ± 0,40 aB	18,0 ± 0,28 bA
	Proteína Total	13,94 ± 0,10 bA	12,44 ± 0,04 bB	9,74 ± 0,18 bC
	Cloreto de Cálcio	0,72 ± 0,01 aA	0,72 ± 0,01 abA	0,66 ± 0,00 bB
12	pH	6,00 ± 0,00 cC	6,05 ± 0,00 bB	6,08 ± 0,00 cA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,74 ± 0,01 cA	0,72 ± 0,01 cB	0,62 ± 0,01 abC
	Extrato Seco Total	29,9 ± 0,04 aA	29,11 ± 1,73 aAB	28,0 ± 0,07 abB
	Extrato Seco Desengordurado	12,4 ± 0,41 abA	12,41 ± 1,77 aA	12,0 ± 0,27 aA
	Cinzas	2,65 ± 0,02 aA	2,13 ± 0,02 aB	1,84 ± 0,01 aC
	Gordura	17,5 ± 0,40 aA	16,7 ± 0,28 aB	16,0 ± 0,28 dC
	Proteína Total	14,73 ± 0,03 aA	12,71 ± 0,03 aB	10,23 ± 0,02 aC
	Cloreto de Cálcio	0,67 ± 0,00 cB	0,71 ± 0,01 bcA	0,66 ± 0,00 bC

Médias e desvio padrão seguidas de mesmas letras, na coluna em letra minúscula, e na linha em letra maiúscula não diferem ao nível de 5% de erro, pelo teste de médias de Tukey.

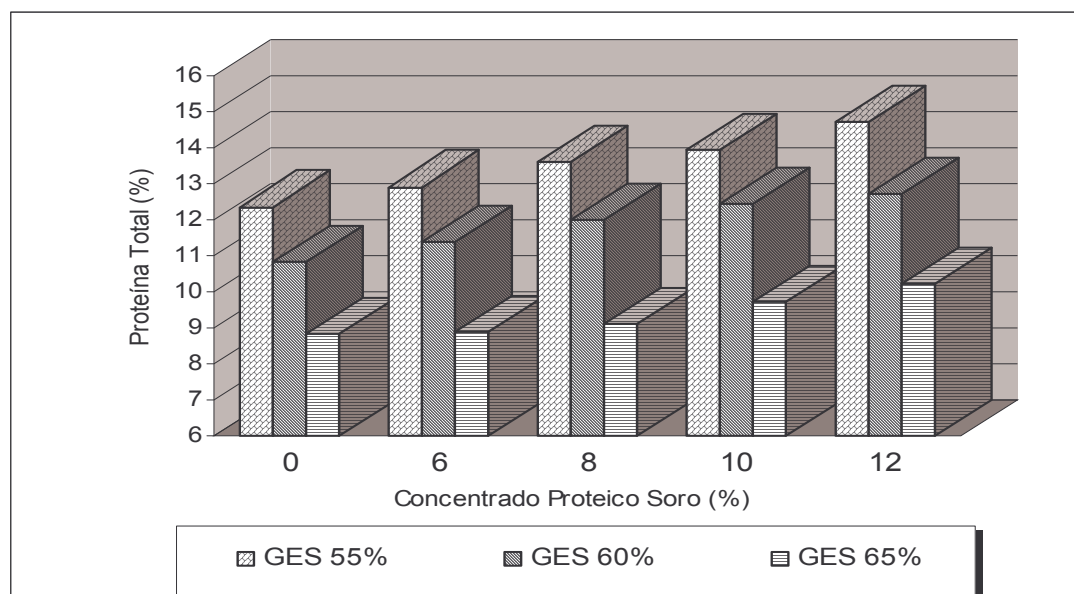


Figura 05. Conteúdo de proteína total dos requeijões cremosos elaborados com diferentes teores de CPS em três níveis de gordura no extrato seco (GES).

3.2.3. Perfil de textura de requeijões com concentrado protéico de soro e requeijões comerciais

Encontram-se na Tabela 11 e 12 os resultados do perfil de textura instrumental dos requeijões fabricados com CPS e requeijões comerciais. Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre todas às amostras de requeijão formuladas com CPS nos três níveis de incorporação de GES para os parâmetros de textura instrumental menos no parâmetro de coesividade dos requeijões com 6 e 8% de CPS e no parâmetro de elasticidade dos requeijões com 12% de CPS (Tabela 11). Diferenças significativas também foram observadas entre os resultados das amostras dos requeijões em cada nível de GES para todos os parâmetros de textura, menos nos parâmetros de elasticidade e coesividade nos níveis de 55 e 60% de GES e nos parâmetros de adesividade e coesividade no nível de 65% de GES.

Dentro do nível de 55% de GES, os valores médios de dureza variaram desde 260,58 g no requeijão sem adição de CPS e 135,63g no requeijão com 12% de CPS, no entanto, o requeijão que apresentou valor de dureza mais elevado (291,88g) foi em que se

adicionou 6% de CPS. Valores médios de gomosidade seguiram a mesma tendência de valores do parâmetro de dureza.

Observou-se no perfil de textura instrumental dos requeijões no nível de 60% de GES, que os valores de dureza, elasticidade e gomosidade variaram desde 37,66 g no requeijão com 6% de CPS à 96,76 g no requeijão com 12% de CPS, valores bem inferiores aos apresentados pelos requeijões com 55% de GES. O parâmetro de gomosidade apresentou a mesma tendência de valores comparado ao parâmetro de dureza. Os requeijões com 65% de GES foram os produtos que apresentaram os mais baixos valores de textura, principalmente nos parâmetros de dureza, elasticidade e gomosidade e o mais alto valor de elasticidade em todos os níveis de adição de CPS comparado aos requeijões com 55 e 60% de GES.

Obtiveram-se valores de coesividade muito semelhantes entre si em todos os níveis de adição de CPS nas três relações de GES estudadas.

De modo geral, observa-se na Tabela 11 que o teor de gordura dos requeijões influenciou os parâmetros de textura, diminuindo principalmente os valores de dureza e gomosidade e aumentando o valor da adesividade com o aumento da porcentagem de GES nos produtos. Outros fatores físico-químicos podem ter influenciado estas características reológicas dos queijos processados, como a composição e estrutura química da matéria-prima, pH, teor de umidade, teor de gordura, grau de maturação da massa, tipo e quantidade de sal emulsificante (VAN DENDER et al, 2003b), bem como, parâmetros tecnológicos como a temperatura e tempo de cozimento, velocidade de agitação e temperatura de resfriamento (BERGER et al, 1989; GUPTA & REUTER, 1993).

O tipo de sal emulsificante S10 utilizado para obter os requeijões adicionados com CPS no Experimento II podem ter tido influência sobre alguns parâmetros de textura, especialmente sobre a dureza. RAPACCI (1997) relatou que amostras obtidas por acidificação direta apresentaram um decréscimo de firmeza com o aumento da concentração de sal emulsificante, enquanto que comparando-se diferentes sais emulsificantes, em uma mesma concentração, tem-se que a utilização do sal tipo S10 proporcionou sempre um produto mais firme.

Obtiveram-se diferentes parâmetros de textura nos produtos, mesmo tendo sido constatado um pH médio de 6,0, independente do volume de GES e CPS adicionado. Este resultado foi diferente do que apresentou TEMPLETON & SOMMER (1932) relatando que valores de pH na faixa de 5,7 a 6,3 apresentam pouca influência sobre o corpo e textura dos queijos processados untáveis, enquanto LEE & KLOSTERMEYER (2001) encontrou que diminuindo o pH há um aumento na dureza do queijo processado, o que também é relatado por STAMPANONI & NOBLE (1991), que descreveram que com a redução do pH de 6,2 para 5,0 resultou no aumento da dureza e elasticidade no queijo, ao passo que, neste estudo de obtenção de requeijões cremosos com adição de concentrado protéico de soro a elasticidade foi muito similar e constante entre os produtos.

Pode ser observado na Tabela 11 que foram encontrados alguns valores dos parâmetros de textura atípicos como no requeijão com 6% de CPS no nível de 65% de GES, no qual a adesividade apresenta valor positivo e a elasticidade possui valor bem superior aos demais requeijões, assim como também, no requeijão com 12% de CPS e 55% de GES, eram esperados valores bem mais superiores, no entanto, obtiveram-se valores de textura inferiores ao requeijão sem adição de CPS com mesmo teor de gordura. Estes resultados possivelmente foram influenciados pelo teor de vapor de água que entrou na massa dos requeijões no momento da fusão. Estes resultados convergem com o que relatam VAN DENDER et al (2003b) em seu estudo sobre análise de perfil de textura de requeijões cremosos comerciais e requeijões “light”, em que o aumento no conteúdo de umidade diminui a firmeza do produto final.

A manutenção da umidade dos requeijões segundo o cálculo do seu balanceamento, sempre foi uma variável de difícil controle no momento do processamento devido às limitações do equipamento de processo.

Analisando o perfil de textura apresentados pelos requeijões comerciais (Tabela 12), entre os quatro produtos analisados, constatou-se que ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as quatro amostras analisadas para todos os parâmetros de textura com exceção da elasticidade. A marca “A” apresentou-se mais firme, menos adesiva e de maior gomosidade que as demais o que pode estar relacionado ao maior teor de extrato seco total apresentado por esta amostra (Tabela 12). Este resultado está de

acordo com VAN DENDER et al (2003b) que relata que requeijões cremosos com extrato seco total acima de 40% apresentam consistência muito firme e de baixa espalhabilidade.

Como pode ser observado na Tabela 12, obteve-se no requeijão comercial da marca “B” o produto mais adesivo mas também de menor dureza e gomosidade que podem ter sido influenciados pelo seu maior teor de extrato seco desengordurado (Tabela 10) que segundo OLSON & PRICE (1958) o teor de extrato seco desengordurado tem uma influência marcante sobre a firmeza.

De modo geral, observa-se que os resultados dos parâmetros de textura dos requeijões comerciais são similares aos requeijões formulados com adição de CPS do Experimento II nos níveis de 60 e 65% de GES, no entanto, os requeijões comerciais apresentaram valores ligeiramente inferiores aos produtos elaborados com CPS no nível de 55% de GES. Embora os requeijões comerciais tenham apresentado maior teor de extrato seco total e extrato seco desengordurado comparado aos requeijões com CPS, os valores ligeiramente superiores dos parâmetros de textura instrumental obtidos nos produtos com nível de 55% de GES possivelmente tenham sido provocados pelo maior teor de proteína total (Tabela 10), em especial, as proteínas do soro que provocam um impacto específico em queijos processados produzindo corpo e textura (YOUNG, 1999).

Tabela 11. Médias do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos elaborados com três níveis de GES e cinco níveis de CPS, do Experimento II.

Requeijão/ % CPS	Parâmetro de textura	Gordura no Extrato Seco (%)		
		55	60	65
0	Dureza	260,58 ± 23,33 aAB	94,47 ± 1,12 bA	25,92 ± 0,68 cA
	Adesividade	-454,53 ± 38,92 cC	-161,66 ± 2,99 bB	-16,75 ± 3,10 aA
	Elasticidade	0,05 ± 0,006 abA	0,04 ± 0,01 bA	0,09 ± 0,03 aBD
	Coesividade	0,86 ± 0,01 aA	0,81 ± 0,01 bA	0,82 ± 0,002 bA
	Gomosidade	223,3 ± 17,43 aAB	76,49 ± 0,26 bA	21,36 ± 0,55 cA
6	Dureza	291,88 ± 25,88 aA	37,66 ± 1,09 bB	9,58 ± 0,38 cbBC
	Adesividade	-518,31 ± 46,61 bC	-49,44 ± 1,27 aA	113,45 ± 4,9 aA
	Elasticidade	0,05 ± 0,01 bcA	0,03 ± 0,006 bA	1,72 ± 0,09 aA
	Coesividade	0,91 ± 0,01 aA	0,80 ± 0,009 aA	1,0 ± 0,0 aA
	Gomosidade	265,49 ± 23,79 aA	30,23 ± 1,16 bB	9,32 ± 0,02 bcB
8	Dureza	184,57 ± 22,97 aBC	89,02 ± 5,67 bA	12,78 ± 5,33 cB
	Adesividade	-319,64 ± 35,11 cAB	-148,78 ± 4,67 bB	-2,18 ± 2,84 aA
	Elasticidade	0,05 ± 0,006 bA	0,03 ± 0,01 bcA	0,29 ± 0,05 aB
	Coesividade	0,92 ± 0,02 aA	0,84 ± 0,004 aA	0,81 ± 0,02 aA
	Gomosidade	168,55 ± 18,09 aBC	75,03 ± 4,60 bA	10,21 ± 3,97 cB
10	Dureza	262,76 ± 23,30 aA	49,71 ± 9,41 bB	22,06 ± 0,78 bA
	Adesividade	-440,11 ± 35,02 bBC	-77,66 ± 22,46 aA	-4,40 ± 1,48 aA
	Elasticidade	0,04 ± 0,009 bA	0,04 ± 0,02 bA	0,19 ± 0,02 aCB
	Coesividade	0,91 ± 0,02 aA	0,82 ± 0,04 bA	0,83 ± 0,01 bA
	Gomosidade	239,51 ± 16,36 aA	40,15 ± 5,51 bB	18,35 ± 0,44 bA
12	Dureza	135,63 ± 20,29 aC	96,76 ± 9,88 aA	27,61 ± 0,55 bA
	Adesividade	-247,82 ± 41,95 bA	-164,62 ± 21,04 bB	-20,68 ± 2,85 aA
	Elasticidade	0,04 ± 0,01 aA	0,03 ± 0,007 aA	0,07 ± 0,02 aBE
	Coesividade	0,90 ± 0,02 aA	0,86 ± 0,03 abA	0,83 ± 0,02 bA
	Gomosidade	122,15 ± 16,40 aC	83,33 ± 6,18 bA	22,85 ± 0,86 cA

Médias ± desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas na linha e letras maiúsculas na coluna, não diferem ao nível de 5%, pelo teste de médias de Tukey.

Tabela 12. Médias do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos Comerciais, do Experimento II.

Parâmetro de textura	Requeijões			
	A	B	C	D
Dureza	726,95 ± 25,16 a	57,16 ± 2,40 c	242,49 ± 64,10 b	119,57 ± 11,55 c
Adesividade	-851,28 ± 29,62 d	-60,96 ± 5,53 a	-421,07 ± 112,44 c	-216,32 ± 21,80 b
Elasticidade	0,06 ± 0,02 a	0,04 ± 0,01 a	0,04 ± 0,01 a	0,04 ± 0,009 a
Coesividade	0,70 ± 0,02 c	0,81 ± 0,007 a	0,73 ± 0,02 bc	0,75 ± 0,02 b
Gomosidade	505,82 ± 31,49 a	46,31 ± 1,98 c	177,10 ± 43,28 b	89,96 ± 6,84 c

Médias mais desvio padrão seguidas de mesmas letras na linha, não diferem ao nível de 5% de erro, pelo teste de médias de Tukey.

4. CONCLUSÕES

- Os teores de proteína total encontrados nos requeijões formulados com adição de CPS foram maiores comparados aos requeijões cremosos comerciais.
- A medida que ocorreu aumento na percentagem de GES nos formulados de requeijão do Experimento I, há uma redução do teor de proteína total dos requeijões cremosos, independente das diferentes concentrações de CPS adicionado.
- Os produtos com maior teor de adição de CPS no Experimento I, foram os produtos que apresentaram o menor derretimento.
- No Experimento I, o conteúdo de proteína adicionado nos requeijões influencia a textura, obtendo-se requeijões mais duros, mais adesivos e de maior gomosidade com o aumento do CPS, enquanto que com o aumento do nível de GES obtém-se requeijões menos duros, menos adesivos e de menor gomosidade.
- A capacidade de derretimento dos requeijões comerciais está mais relacionado com o teor de umidade e pH do que com o teor da proteína total dos requeijões.

- Os valores médios do teor de proteína total dos requeijões no Experimento II é diretamente proporcional a adição do CPS em cada nível de GES, entretanto, esses valores diminuem à medida que aumenta o teor de GES dos requeijões.
- O teor de gordura influenciou os parâmetros de textura dos requeijões com CPS do Experimento II, diminuindo principalmente os valores de dureza e gomosidade e aumentando o valor da adesividade com o aumento da porcentagem de GES nos produtos.
- Em relação aos parâmetros de textura instrumental, os requeijões formulados com adição de CPS nos níveis de 60 e 65% de GES do Experimento II são similares aos requeijões comerciais, entretanto, no nível de 55% de GES os produtos com CPS apresentam valores de textura superiores aos produtos comerciais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., Assoc. **Official Analytical Chemists**, 1995. v.1.

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., **Assoc. Official Analytical Chemists**, 1995. v.2.

BERGER, W.; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K.; UHLMANN, G. **Processed cheese manufacture: A Joha Guide**. BK. Landerburg, 1989. 238p.

FERNANDES, A. G.; VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; MORI, E. E. M. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos. Parte I. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora**, v. 40, n. 237, p. 27-39, 1985a.

FERNANDES, A. G.; VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; MORI, E. E. M. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos. Parte II. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora**, v. 40, n. 237, p. 27-39, 1985b.

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

GIGANTE, M. L. **Requeijão cremoso obtido por ultrafiltração de leite pré-acidificado adicionado de concentrado protéico de soro**. Campinas, 1998. 122p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

GUPTA, V. K.; REUTER, H. Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. **Lait**, v. 73, n. 4, p. 381-388, 1993.

HARPER, W.J. Whey proteins. **Food Technology New Zealand**, v.19, p. 21-27, 1984.

HINRICHS, J. Incorporation of whey proteins in cheese. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 495-503, 2001.

LEE, S. K.; KLOSTERMEYER, H. The effect of pH on the rheological properties of reduced-fat model processed cheese spreads. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v. 34, p. 288-292, 2001.

MAYER, H. K. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of a specific emulsifying agent? **International Dairy Journal**, v. 11, p. 533-542, 2001.

MEYER, A. **Processed cheese manufacture**. London: Food Trade Press, 1973. 360p.

MING, P. **Utilização de ingredientes de soro de leite em requeijão**. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos/Tecnolat, Seminário requeijão cremoso e outros queijos fundidos aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado, capítulo 10, parte 1, 2000.

MORR, C.V. Functionality of whey protein products. **New Zealand Journal of Dairy Science e Technology**, v.14, p. 185-194, 1979.

MUNCK, A. V.; CAMPOS, W. A. Requeijão: um produto brasileiro. **Revista Informe Agropecuário**, v. 42, n. 115, p. 35-38, 1984.

OLSON, N. F.; PRICE, W. V. A melting test for pasteurized process cheese spreads. **Journal of Dairy Science**, v. 41, n. 7, p. 999-1000, 1958.

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.

PEREIRA R. B.; BENNETT, R. J.; LUCKMAN, M. S. Correlation of sensory and instrumental texture evaluation in cheese analogues. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 57, n. 2, p.154, 2002.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. Campinas, 1997. 144p. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

ROSENTHAL, A. J. **Food texture measurement and perception**. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publication, 1999. 305p.

SAS. **User's guide: statistics**. Version 6^o edition. Sas Inst.Inc. Cary. NC, 1989.

SOARES, F. M.; FONSECA, L. M.; MARTINS, R. T.; MACHADO, E. C.; PEREIRA Jr, F. N.; FONSECA, C. S. P. Influência do concentrado protéico de soro na composição do requeijão em barra com teor reduzido de gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 6, 2002.

STAMPANONI, C. R.; NOBLE, A. C. The influence of fat and salt on the perception of selected taste and texture attributes of cheese analogs. A scalar study. **Journal of texture Studies**, v. 22, p. 367-380, 1991.

TEMPLETON, H. L. & SOMMER, H. H. Factors affecting the body and texture of processed cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 15, p. 29-41, 1932.

VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A.; OLIVEIRA, C. G.; SABINO, R. Avaliação físico-química e análise do perfil de textura de requeijão cremoso em diferentes embalagens durante a estocagem a 10°C, com e sem ação de luz.. **Anais do XX Congresso Nacional de Laticínios**, v. 58, n. 333, p. 157-164, 2003a.

VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOS, V. D. A.; SABINO, R.; OLIVEIRA, C. G. Caracterização físico-química e análise do perfil de textura de amostras comerciais de requeijão cremoso e de requeijão cremoso light. **Anais do XX Congresso Nacional de Laticínios**, v. 58, n. 333, p. 164-170, 2003b.

YOUNG, S. **Whey products in cold pack and pasteurized processed cheese foods and cheese spreads**. U.S. Dairy Export Council, 8p, 1999.

6. ANEXOS

Tabela 13. Formulações dos requeijões cremosos do Experimento I, com adição de três níveis de gordura no extrato seco e quatro níveis de CPS.

GES (%)/ Ingredientes (g)	55				60				65			
	Níveis CPS (%)				Níveis CPS (%)				Níveis CPS (%)			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
Massa Coagulada	7500	7500	7500	7500	7000	7000	7000	7000	6500	6500	6500	6500
Sal Emulsificante	225	225	225	225	210	210	210	210	195	195	195	195
Cloreto de Sódio	105	105	105	105	98	98	98	98	91	91	91	91
Concentrado Protéico de Soro	450	600	750	900	420	560	700	840	390	520	650	780
Manteiga	4109,1	4136,9	4164,6	4192,3	4717,3	4749,1	4780,8	4812,6	5433,4	5470,0	5506,6	5543,1
Água	1172,9	1097,6	1022,3	947,0	1884,3	1820,1	1755,8	1691,6	2706,3	2653,9	2598,1	2545,1

GES = gordura no extrato seco.

CPS = concentrado protéico de soro.

Tabela 14. Formulações dos requeijões cremosos do Experimento II, com adição de três níveis de gordura no extrato seco e cinco níveis de CPS.

GES (%)/ Ingredientes (g)	55					60					65				
	Níveis CPS (%)					Níveis CPS (%)					Níveis CPS (%)				
	0	6	8	10	12	0	6	8	10	12	0	6	8	10	12
Massa Coagulada	7500	7500	7500	7500	7500	7000	7000	7000	7000	6500	6500	6500	6500	6500	6500
Sal Emulsificante	225	225	225	225	225	210	210	210	210	195	195	195	195	195	195
Cloreto de Sódio	105	105	105	105	105	98	98	98	98	98	91	91	91	91	91
Concentrado Protéico de Soro	0,0	450	600	750	900	0,0	420	560	700	840	0,0	390	520	650	780
Manteiga	3991,11	4084,7	4116,0	4135,3	4177,9	4655,8	4763,6	4799,6	4835,4	4871,3	5434,6	5558,9	5600,37	5641,6	5683,2
Água	489,84	256,2	178,2	81,2	22,6	1075,3	876,5	805,9	738,5	671,0	1754,4	1586,0	1529,8	1473,5	1417,4

GES = Gordura no Extrato Seco.

CPS = Concentrado Protéico de Soro.

Tabela 15. Ultrafiltração de Soro de Queijo do Experimento I.

Matéria-Prima Permeado de Ultrafiltração		Condição de Operação do processamento			Membrana de Ultrafiltração		
Volume inicial (Kg)	pH	T (°C)		ΔP (bar)		Volume de permeado (Kg)	Volume de concentrado protéico obtido (Kg)
250,0		51,63		2,15		229,405	16,430

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
00:00:00 (Início 12:54 hs)	-			1,9	2,4	51
00:05:00	4,815	4,815	1,0196	1,9	2,4	51
00:10:00	4,045	8,860	1,0367	1,9	2,4	51
00:15:00	3,715	12,575	1,0530	1,9	2,4	51
00:20:00	3,515	16,090	1,0688	1,9	2,4	50,5
00:25:00	3,360	19,450	1,0844	1,9	2,4	50
00:30:00	3,260	22,710	1,1000	1,9	2,4	50,5
00:35:00	3,150	25,860	1,1154	1,9	2,4	51
00:40:00	3,055	28,915	1,1308	1,9	2,4	51
00:45:00	3,000	31,915	1,1463	1,9	2,4	51
00:50:00	2,940	34,855	1,1620	1,9	2,4	51
00:55:00	2,875	37,730	1,1777	1,9	2,4	51
01:00:00	2,815	40,545	1,1936	1,9	2,4	52
01:05:00	2,780	43,325	1,2096	1,9	2,4	52
01:10:00	2,680	46,005	1,2255	1,9	2,4	52
01:15:00	2,660	48,665	1,2417	1,9	2,4	52,5
01:20:00	2,605	51,270	1,2580	1,9	2,4	53
01:25:00	2,535	53,805	1,2742	1,9	2,4	52
01:30:00	2,450	56,255	1,2903	1,9	2,4	52
01:36:00	2,930	59,185	1,3102	1,9	2,4	52
01:40:00	1,935	61,120	1,3236	1,9	2,4	51,5
01:45:00	2,405	63,525	1,3407	1,9	2,4	51
01:50:00	2,390	65,915	1,3581	1,9	2,4	51
01:55:00	2,390	68,305	1,3759	1,9	2,4	51
02:00:00	2,315	70,620	1,3937	1,9	2,4	51
02:05:00	2,315	72,935	1,4119	1,9	2,4	51
02:10:00	2,310	75,245	1,4306	1,9	2,4	51
02:15:00	2,200	77,445	1,4488	1,9	2,4	51

Tabela 15. Ultrafiltração de Soro de Queijo do Experimento I (Continuação).

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
02:20:00	2,315	79,760	1,4685	1,9	2,4	51,5
02:25:00	2,290	82,050	1,4885	1,9	2,4	52
02:30:00	2,290	84,340	1,5091	1,9	2,4	52
02:35:00	2,230	86,570	1,5297	1,9	2,4	52
02:41:00	2,385	88,955	1,5524	1,9	2,4	52
02:45:00	2,060	91,015	1,5725	1,9	2,4	51,5
02:50:00	2,200	93,215	1,5945	1,9	2,4	51
02:55:00	2,160	95,375	1,6168	1,9	2,4	51
03:00:00	2,160	97,535	1,6397	1,9	2,4	51
03:05:00	2,140	99,675	1,6631	1,9	2,4	51
03:10:00	2,125	101,800	1,6869	1,9	2,4	51
03:15:00	2,115	103,915	1,7113	1,9	2,4	51
03:20:00	2,085	106,000	1,7361	1,9	2,4	51
03:25:00	2,080	108,080	1,7615	1,9	2,4	51
03:30:00	2,060	110,140	1,7875	1,9	2,4	50,5
03:35:00	2,065	112,205	1,8143	1,9	2,4	50
03:40:00	2,055	114,260	1,8417	1,9	2,4	50,5
03:45:00	2,060	116,320	1,8701	1,9	2,4	51
03:50:00	2,050	118,370	1,8993	1,9	2,4	51
03:55:00	2,055	120,425	1,9294	1,9	2,4	51
04:00:00	2,050	122,475	1,9604	1,9	2,4	51
04:05:00	2,060	124,535	1,9926	1,9	2,4	51,5
04:11:00	2,105	126,640	2,0266	1,9	2,4	52
04:15:00	1,975	128,615	2,0596	1,9	2,4	52
04:20:00	2,050	130,665	2,0949	1,9	2,4	52
04:25:00	2,030	132,695	2,1312	1,9	2,4	52
04:31:00	2,415	135,110	2,1760	1,9	2,4	52,5
04:35:00	1,710	136,820	2,2089	1,9	2,4	53
04:40:00	1,970	138,790	2,2480	1,9	2,4	52
04:45:00	1,920	140,710	2,2875	1,9	2,4	51
04:50:00	1,880	142,590	2,3275	1,9	2,4	50
04:55:00	1,865	144,455	2,3686	1,9	2,4	51
05:00:00	1,885	146,340	2,4117	1,9	2,4	51
05:05:00	1,890	148,230	2,4565	1,9	2,4	51
05:10:00	1,905	150,135	2,5034	1,9	2,4	51,5
05:15:00	1,875	152,010	2,5513	1,9	2,4	52
05:20:00	1,895	153,905	2,6016	1,9	2,4	52

Tabela 15. Ultrafiltração de Soro de Queijo do Experimento I (Continuação).

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
05:25:00	1,875	155,780	2,6534	1,9	2,4	52
05:30:00	1,865	157,645	2,7069	1,9	2,4	52,5
05:35:00	1,865	159,510	2,7627	1,9	2,4	53
05:40:00	1,840	161,350	2,8201	1,9	2,4	53,5
05:45:00	1,820	163,170	2,8792	1,9	2,4	54
05:50:00	1,810	164,980	2,9405	1,9	2,4	53,5
05:55:00	1,765	166,745	3,0028	1,9	2,4	53
06:00:00	1,730	168,475	3,0665	1,9	2,4	52,5
06:05:00	1,705	170,180	3,1320	1,9	2,4	52
06:10:00	1,670	171,850	3,1990	1,9	2,4	51
06:15:00	1,745	173,595	3,2720	1,9	2,4	51
06:20:00	1,625	175,220	3,3431	1,9	2,4	50,5
06:25:00	1,690	176,910	3,4204	1,9	2,4	51
06:30:00	1,655	178,565	3,4997	1,9	2,4	49
06:35:00	1,655	180,220	3,5827	1,9	2,4	51
06:40:00	1,675	181,895	3,6708	1,9	2,4	51,5
06:45:00	1,680	183,575	3,7636	1,9	2,4	51
06:50:00	1,675	185,250	3,8610	1,9	2,4	52
06:55:00	1,685	186,935	3,9642	1,9	2,4	52
07:00:00	1,715	188,650	4,0750	1,9	2,4	52
07:05:00	1,670	190,320	4,1890	1,9	2,4	52,5
07:10:00	1,730	192,050	4,3141	1,9	2,4	53
07:15:00	1,680	193,730	4,4429	1,9	2,4	53
07:20:00	1,670	195,400	4,5787	1,9	2,4	53
07:25:00	1,655	197,055	4,7219	1,9	2,4	53,5
07:30:00	1,670	198,725	4,8757	1,9	2,4	54
07:35:00	1,600	200,325	5,0327	1,9	2,4	53
07:40:00	1,545	201,870	5,1943	1,9	2,4	51
07:45:00	1,525	203,395	5,3642	1,9	2,4	50
07:50:00	1,550	204,945	5,5488	1,9	2,4	51
07:55:00	1,550	206,495	5,7465	1,9	2,4	51,5
08:00:00	1,555	208,050	5,9595	1,9	2,4	52
08:05:00	1,585	209,635	6,1935	1,9	2,4	52,5
08:10:00	1,565	211,200	6,4433	1,9	2,4	53
08:15:00	1,530	212,730	6,7078	1,9	2,4	52,5
08:20:00	1,515	214,245	6,9920	1,9	2,4	52
08:25:00	1,440	215,685	7,2854	1,9	2,4	52
08:30:00	1,425	217,110	7,6011	1,9	2,4	52

Tabela 15. Ultrafiltração de Soro de Queijo do Experimento I (Continuação).

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
08:35:00	1,430	218,540	7,9466	1,9	2,4	52
08:40:00	1,415	219,955	8,3208	1,9	2,4	52
08:45:00	1,400	221,355	8,7275	1,9	2,4	51,5
08:50:00	1,390	222,745	9,1726	1,9	2,4	52
08:55:00	1,365	224,110	9,6562	1,9	2,4	52
09:00:00	1,345	225,455	10,1854	1,9	2,4	52
09:05:00	1,325	226,780	10,7666	1,9	2,4	52
09:10:00	1,300	228,080	11,4051	1,9	2,4	52
09:18:00	1,930	230,010	12,5062	1,9	2,4	52
TOTAL		230,010	12,5062			

$F_c = (\text{Volume inicial de soro} - \text{Volume total parcial acumulado}) / \text{Volume inicial de soro}$

Tabela 16. Ultrafiltração de Soro de Queijo do Experimento II.

Matéria-Prima Permeado de Ultrafiltração		Condição de Operação do processamento			Membrana de Ultrafiltração		
Volume inicial (Kg)	pH	T (°C)		ΔP (bar)		Volume de permeado (Kg)	Volume de concentrado protéico obtido (Kg)
150,0						140,240	11,150

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
00:00:00 (Início 12:54 hs)	-	-				
00:05:00	4,275	4,275	1,029	1,9	2,4	54
00:10:00	3,710	7,985	1,056	1,9	2,4	54
00:15:00	3,245	11,230	1,080	1,9	2,4	52
00:20:00	3,200	14,430	1,106	1,9	2,4	52
00:25:00	3,005	17,435	1,131	1,9	2,4	51
00:30:00	2,940	20,375	1,157	1,9	2,4	52
00:35:00	2,630	23,005	1,181	1,9	2,4	52
00:40:00	2,520	25,525	1,205	1,9	2,4	52
00:45:00	2,435	27,960	1,229	1,9	2,4	52
00:50:00	2,615	30,575	1,256	1,9	2,4	52
00:55:00	2,160	32,735	1,279	1,9	2,4	52
01:00:00	2,295	35,030	1,304	1,9	2,4	52
01:05:00	2,235	37,265	1,330	1,9	2,4	52
01:10:00	2,215	39,480	1,357	1,9	2,4	53
01:15:00	2,155	41,635	1,384	1,9	2,4	52,5
01:20:00	2,195	43,830	1,412	1,9	2,4	52,5
01:25:00	2,100	45,930	1,441	1,9	2,4	52
01:30:00	2,065	47,995	1,470	1,9	2,4	52
01:36:00	2,005	50,000	1,500	1,9	2,4	52
01:40:00	2,000	52,000	1,530	1,9	2,4	52
01:45:00	2,000	54,000	1,562	1,9	2,4	52
01:50:00	1,940	55,940	1,594	1,9	2,4	51,5
01:55:00	1,915	57,855	1,627	1,9	2,4	51,5
02:00:00	1,915	59,770	1,662	1,9	2,4	51,5
02:05:00	1,870	61,640	1,697	1,9	2,4	52

Tabela 16. Ultrafiltração de Soro de Queijo do Experimento II (Continuação).

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
02:10:00	1,860	63,500	1,734	1,9	2,4	52
02:15:00	1,845	65,345	1,771	1,9	2,4	52
02:20:00	1,840	67,185	1,811	1,9	2,4	52
02:25:00	1,830	69,015	1,852	1,9	2,4	52,5
02:30:00	1,805	70,820	1,894	1,9	2,4	52,5
02:35:00	1,750	72,570	1,937	1,9	2,4	52,5
02:41:00	1,755	74,325	1,982	1,9	2,4	53
02:45:00	1,705	76,030	2,027	1,9	2,4	53
02:50:00	1,695	77,725	2,075	1,9	2,4	53
02:55:00	1,670	79,395	2,124	1,9	2,4	53
03:00:00	1,670	81,065	2,175	1,9	2,4	53
03:05:00	1,660	82,725	2,229	1,9	2,4	52,5
03:10:00	1,660	84,385	2,286	1,9	2,4	52
03:15:00	1,610	85,995	2,343	1,9	2,4	52
03:20:00	1,655	87,650	2,405	1,9	2,4	52
03:25:00	1,645	89,295	2,470	1,9	2,4	52
03:30:00	1,600	90,895	2,537	1,9	2,4	52
03:35:00	1,610	92,505	2,608	1,9	2,4	52
03:40:00	1,585	94,090	2,682	1,9	2,4	52
03:45:00	1,590	95,680	2,761	1,9	2,4	52
03:50:00	1,550	97,230	2,842	1,9	2,4	52
03:55:00	1,480	98,710	2,924	1,9	2,4	52,5
04:00:00	1,425	100,135	3,008	1,9	2,4	53
04:05:00	1,470	101,605	3,099	1,9	2,4	52,5
04:11:00	1,465	103,070	2,196	1,9	2,4	52
04:15:00	1,465	104,535	3,299	1,9	2,4	51,5
04:20:00	1,440	105,975	3,407	1,9	2,4	51
04:25:00	1,445	107,420	3,522	1,9	2,4	51,5
04:31:00	1,445	108,865	3,646	1,9	2,4	51,5
04:35:00	1,445	110,310	3,779	1,9	2,4	52
04:40:00	1,380	111,690	3,915	1,9	2,4	52
04:45:00	1,405	113,095	4,064	1,9	2,4	52
04:50:00	1,385	114,480	4,222	1,9	2,4	52
04:55:00	1,380	115,860	4,393	1,9	2,4	52
05:00:00	1,355	117,215	4,575	1,9	2,4	52
05:05:00	1,335	118,550	4,769	1,9	2,4	53
05:10:00	1,335	119,885	4,980	1,9	2,4	53
05:15:00	1,310	121,195	5,207	1,9	2,4	53,5

Tabela 16. Ultrafiltração de Soro de Queijo do Experimento II (Continuação).

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
05:20:00	1,265	122,460	5,446	1,9	2,4	52
05:25:00	1,260	123,720	5,707	1,9	2,4	52
05:30:00	1,245	124,965	5,991	1,9	2,4	51
05:35:00	1,240	126,205	6,303	1,9	2,4	52
05:40:00	1,230	127,435	6,647	1,9	2,4	52
05:45:00	1,215	128,650	7,025	1,9	2,4	52
05:50:00	1,200	129,850	7,444	1,9	2,4	52
05:55:00	1,180	131,030	7,907	1,9	2,4	53
06:00:00	1,170	132,200	8,426	1,9	2,4	53
06:05:00	1,140	133,340	9,003	1,9	2,4	53
06:10:00	1,120	134,460	9,652	1,9	2,4	53
06:15:00	1,090	135,550	10,380	1,9	2,4	53
06:20:00	2,460	138,010	12,510	1,9	2,4	53
06:25:00	2,230	140,240	15,384	1,9	2,4	53
TOTAL		140,240	15,384			

$F_c = (\text{Volume inicial de soro} - \text{Volume total parcial acumulado}) / \text{Volume inicial de soro}$

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SAIS EMULSIFICANTES E CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO

RESUMO

O aproveitamento racional do soro tem mostrado importantes aplicações tecnológicas na indústria laticinista no desenvolvimento de novos produtos e uma alternativa para evitar a poluição pela descarga em mananciais deste sub-produto do queijo. As proteínas do concentrado protéico de soro tem propriedades altamente funcionais de solubilidade, viscosidade, emulsificação e gelificação. Este trabalho avaliou as características sensoriais de requeijões cremosos elaborados com adição de diferentes níveis de sais emulsificantes e de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração do soro. Foram avaliadas quinze amostras de requeijão cremoso com adição de concentrado protéico de soro e quatro amostras de requeijão comercial. Foi aplicado o teste de aceitação, em relação aos atributos de aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade, para escolha dos cinco melhores requeijões e a técnica sensorial de análise descritiva quantitativa para descrever o perfil sensorial das amostras analisadas. As cinco amostras escolhidas pela equipe sensorial foram analisadas em relação à quinze atributos de aparência, aroma, sabor e textura. Através da aplicação do teste de aceitação, que avaliou os atributos de aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade de dezenove requeijões, constatou-se que os melhores produtos formulados com adição de concentrado protéico de soro foram os produtos **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII** e o melhor produto comercial foi o produto **RXVII**. A amostra **RXII** recebeu da equipe sensorial a melhor avaliação em relação à todos os quinze atributos analisados neste trabalho e em especial, ao atributo espalhabilidade comparado às demais quatro amostras estudadas, diferindo estatisticamente ao nível de erro de 5%. Os atributos que mais contribuíram para caracterizar a amostra **RXII** foram a aparência lisa e homogênea, pastosidade, espalhabilidade e aroma de queijo, enquanto que, a amostra de requeijão comercial **RXVII** ficou mais caracterizada como a de menor espalhabilidade entre às cinco pesquisadas.

CHAPTER 5

DESCRIPTIVE QUANTITATIVE ANALYSIS OF REQUEIJÕES CREMOSOS MANUFACTURED WITH DIFFERENT LEVELS OF EMULSIFYING SALTS AND WHEY PROTEIN CONCENTRATE BY ULTRAFILTRATION

SUMMARY

Rational utilization of whey have showed important technological applications in dairy industry in development of new products and it is one alternative to avoid the pollution of water sources of this cheese by product. Protein of whey protein concentrate have high functional properties of solubility, viscosity, emulsify and gelation. This work evaluated the sensory characteristics of fifteen experimental samples of “requeijão cremoso” manufactured with addition of different levels of whey protein concentrate and emulsifying salts and four commercial samples by the Acceptance Test and Quantitative Descriptive analysis (QDA). The Acceptance Test was used in terms of appearance, flavor, taste, consistency and spreadability to choose the five better “requeijão cremoso” (four with whey protein concentrate and one commercial) and QDA analysis was used to describe the sensory profile of the samples. The five samples choosed by the panelist judges were analysed in relation fifteen sensory attributes terms (four of appearance, three of flavor, four of taste and three of sensory texture). The better “requeijão cremoso” munufactured with whey protein concentrate and choosed by acceptance analysis were **RIV**, **RVII**, **RVIII**, **RXII** and the better commercial “requeijão cremoso” was **RXVII**. The “requeijão cremoso” **RXII** received of the panelist judges the better evaluation in relation of the fifteen sensory attributes analysed in this work and in particular, the spreadability attribute had a significant effect ($P < 005$) on the majority of the sensory attributes. The sensory attributes that most contribute to carактерize the “requeijão cremoso” **RXII** were smooth and homogeneous appearance, stickiness, spreadability and aroma of cheese, while commercial “requeijão cremoso” **RXVII** was most characterized as lower spreadability.

1.INTRODUÇÃO

A caracterização do perfil sensorial e de textura de queijos pode ser avaliada através da correlação entre medidas instrumentais de análise e métodos sensoriais com variados níveis de sucesso.

FOEGEDING et al (2003) descrevem que testes de textura sensorial podem ser divididos em duas categorias, afetivos e analíticos. Testes afetivos envolvem consumidores e suas percepções de aceitabilidade e conceitos de textura. Alguns testes são usados para explorar o papel que a textura exerce na escolha e aceitação do consumidor. Testes analíticos envolvem o uso de cabines ou mesa-redonda cujas respostas são tratadas como dados instrumentais. Testes discriminatórios se constituem em uma poderosa ferramenta no arsenal sensorial, a análise descritiva. A análise descritiva é uma ferramenta de escolha de diferenciação qualitativa e quantitativa de queijos, explorando e definindo a relação entre percepção sensorial e instrumental de textura de queijos.

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica de análise multivariada para simplificar e descrever interrelações entre variáveis múltiplas, a qual é realizada pela redução do tamanho das combinações lineares das variáveis originais. BROW et al (2003) aplicaram a técnica de análise descritiva quantitativa utilizando uma equipe sensorial composta por 15 pessoas para caracterizar o perfil sensorial de três diferentes tipos de queijos, dos quais o queijo processado foi melhor avaliado em relação aos atributos de coesividade, adesividade, fraturabilidade e maciez comparado aos queijos muzzarella e Monterey Jack após quatro dias de sua fabricação, entretanto, recebeu menor nota na avaliação do atributo de dureza comparado ao queijo Monterey Jack. A análise de componentes principais revelou que os três componentes avaliados explicam 96,1% da variação total entre os queijos. Mesmo tendo analisado as características sensoriais de queijos com olhaduras com denominação de origem, Canestrato Pugliese, Fiore Sardo e Pecorino Romano (DI CAGNO et al, 2003), esta técnica pode ser aplicada na caracterização sensorial do requeijão cremoso. Os autores também encontraram diferenças significativas ($p < 0,05$) em 19 dos 33 termos descritores avaliados, quatro relacionados ao odor, 12 ao sabor e três termos relacionados ao sabor residual. Os termos que melhor

descrevem a variabilidade sensorial entre os queijos compõem o primeiro e o segundo componente principal somando 67% da variação dos dados, entretanto, os três primeiros componentes principais somam juntos 81% da explicação da variância experimental dos queijos.

GARRUTI et al (2003) relatam que alguns dos defeitos sensoriais mais comuns em queijos fundidos cremosos são defeitos de sabor, como sabor fraco, picante, amargo, rançoso, ácido, químico, alcalino e metálico, no entanto, são poucos os estudos de avaliação sensorial do requeijão brasileiro que contemplam uma análise descritiva dos parâmetros de qualidade.

Este trabalho avaliou as características sensoriais de quatro requeijões cremosos entre um conjunto de quinze produtos fabricados com adição de diferentes níveis de sal emulsificante e concentrado proteico de soro e de uma amostra de requeijão cremoso comercial entre um conjunto de quatro produtos, através de teste de aceitação e da técnica de análise descritiva quantitativa.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Processo de fabricação dos requeijões

2.1.1. Fabricação da manteiga

Para fabricação da manteiga foram utilizados 160 kg de creme de leite, com cinco dias da sua obtenção, batido em um tacho em aço inox da marca Parmamec, modelo Tace, com capacidade para 1000 litros, dotado de sistema de injeção direta de vapor. Após retirada e lavagem do leitelho, a manteiga foi acondicionada em baldes plásticos em PVC previamente sanitizados e guardada em câmara de resfriamento a 5°C até o seu uso.

2.1.2. Preparo da massa coagulada

Para preparo da massa coagulada empregou-se 2250 litros de leite desnatado pasteurizado em um tanque de coagulação, em aço inox da marca Biasinox, com capacidade para 2470 litros, dotado de agitador e sistema de aquecimento e resfriamento.

O processo de precipitação foi realizado com a adição de 11,0 litros de ácido láctico de padrão alimentar com 85% pureza (diluído na proporção de 1:1, ácido láctico:água)

e 750 ml de cloreto de cálcio (diluído na proporção de 1:1, cloreto de cálcio:água), em relação ao volume 2000 litros de leite aquecido à uma temperatura de 48°C. A massa coagulada após ter sido separado do soro, foi lavada sucessivamente até a acidez da água do último enxágue atingir 2^oDornic.

Para obter uma massa coagulada com maior extrato seco total foi retirado a maior quantidade possível de soro, acondicionando-se a mesma em sacos de polietileno, dispostos sobre um estrado, dentro de baldes plásticos com capacidade de 20 kg, previamente sanitizados. A massa permaneceu em repouso por um período de aproximadamente dois dias, para escorrimento do soro, em câmara de resfriamento a 5°C, sendo após este período coletado amostra para determinação das análises físico-químicas.

2.1.3. Ultrafiltração do soro

Para realizar a ultrafiltração foi utilizado o próprio soro obtido da precipitação da massa coagulada. O soro foi separado, pasteurizado, acondicionado em latões de 50 litros e guardado em câmara de resfriamento à 5°C até o seu uso. Antes do início da ultrafiltração o soro foi previamente aquecido a 54°C. O concentrado protéico de soro (CPS) foi obtido à partir da ultrafiltração de 150 litros de soro, em uma unidade piloto de ultrafiltração adaptada para uso em membrana Carbosep minerais de PM (Peso Molecular) de corte de 20000 Daltons, a 55°C, pressão de entrada 2,4 Kg/cm² e saída de 1,5 Kg/cm². Após 6, 46 horas de ultrafiltração do soro o fator final de concentração obtido foi de FC 1:11,4 (Tabela 11). O CPS foi imediatamente pesado e resfriado em água gelada até atingir 5°C e então guardado em câmara de resfriamento a 5°C até o seu uso.

2.1.4. Balanço de constituintes

Para realizar o balanço de constituintes dos requeijões cremosos foram realizadas as análises físico-químicas de gordura e extrato seco total da manteiga, massa coagulada e CPS. Todas as quinze formulações dos requeijões foram calculadas para obter um produto com 60% de gordura em base seca e adição de três níveis de sal emulsificante (SE) à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10, produzido pela Germinal e, cinco

níveis de CPS (Tabela 02). As quantidades dos ingredientes de cada requeijão cremoso constam na Tabela 10.

2.1.5. Fabricação e envase dos requeijões cremosos

Os requeijões cremosos foram fabricados em uma máquina homogeneizadora-trituradora Biasinox, modelo 5690, com capacidade para 56 kg, com controle de velocidade de agitação, aquecimento por injeção direta de vapor e filtro de linha para produção de vapor sanitário. O processo de fusão foi realizado em duas etapas de cozimento. No primeiro cozimento, a massa coagulada, o cloreto de sódio, o sal emulsificante S-10 e a água foram transferidas para a máquina homogeneizadora/trituradora e a seguir foi realizada a primeira fusão à temperatura de 90°C/3 minutos. Para controle da temperatura, a válvula de vapor foi controlada manualmente até atingir a temperatura e tempo desejados. Procedimento semelhante foi realizado para a segunda etapa de fusão, quando foram adicionados o CPS e a manteiga, mantendo-se o processo à temperatura de 85°C/2 minutos. Em seguida, os requeijões foram envasados em copos plásticos, à quente, com capacidade de 500g. Os copos foram selados em envasadora mecânica DMOM Máquinas, modelo DMS 4000, com capacidade de envase de 1600 potes por hora, acondicionados em caixas de papelão com capacidade de 24 copos e armazenados em câmara de resfriamento a 5°C.

2.2. Determinações analíticas

2.2.1. Identificação das amostras

Foram analisadas 19 amostras de requeijão cremoso, quatro amostras comerciais, quinze experimentais, das quais três amostras sem adição de CPS e 12 amostras elaboradas com CPS ultrafiltrado (Tabela 02).

2.2.2. Análises físico-químicas

As determinações analíticas dos ingredientes e dos requeijões cremosos foram obtidos em quadruplicata, segundo os seguintes métodos oficiais de análise.

- pH: uso de potenciômetro (AOAC, 1995);
- Acidez titulável: segundo metodologia 33.2.06 para o leite e metodologia 971.19 para queijo (AOAC, 1995);
- Extrato seco total: em estufa a 105°C, segundo metodologia 925.23 (AOAC, 1995);
- Cinzas: determinado segundo a metodologia 33.2.10 (AOAC, 1995);
- Gordura: método de Gerber (AOAC, 1995);
- Proteína Total: pelo método de micro-Kjeldahl, metodologia 33.2.11 (AOAC, 1995);
- Cloreto de Sódio: segundo metodologia 971.19 (AOAC, 1995).

2.2.3. Análise sensorial

2.2.3.1. Seleção de consumidores e teste de aceitação dos requeijões cremosos

Os testes de avaliação sensorial das amostras de requeijões cremosos foram realizadas em uma das salas de apoio do Laboratório de Química da PUCPR Campus de Toledo-PR.

Para seleção dos provadores foram realizadas perguntas quanto ao hábito de consumo de requeijão cremoso (ANEP, 1997) e características pessoais dos consumidores. Para aplicação do teste de aceitabilidade foram recrutadas 37 pessoas entre funcionários, alunos e professores da PUCPR Campus Toledo, bem como consumidores de requeijão cremoso com idade entre 15 e 55 anos, todos do município de Toledo. As amostras dos requeijões foram avaliadas quanto aos atributos de aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade através de escala hedônica estruturada mista de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 5 = nem gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo).

Devido ao grande número de amostras a serem provadas, cada provador avaliou três amostras de requeijão cremoso com CPS por dia (seção). Na última seção foram apresentadas aos provadores quatro amostras comerciais na forma monádica e identificadas com código de três dígitos aleatoriamente. Foram servidas aproximadamente 30 g de cada amostra em copos plásticos descartáveis de 50 ml, acompanhados de pão branco e água, colher e faca descartáveis para provar e espalhar a amostra. As sessões da prova sensorial foram realizadas em cabines individuais construídas com folhas isotérmicas dispostas sobre

uma mesa retangular com bordos arredondados em uma sala com boa iluminação artificial. Os dados obtidos nas fichas com escalas estruturadas mistas foram submetidas à análise de variância e teste de médias de tukey (nível de erro de 5%) (SAS, 1989).

2.2.3.2. Teste de reconhecimento de aromas para pré-seleção de provadores

Os provadores que participaram da equipe sensorial da análise descritiva quantitativa – ADQ foram submetidos a uma pré-seleção através de um teste de reconhecimento de aromas aplicado com auxílio da ficha específica. Foram escolhidas dez substâncias aromáticas, das quais, hortelã em folhas maceradas, cebola, alho, camomila, erva-doce, amendoim torrado, noz moscada em pó, bacon, café em pó, baunilha em pó, queijo ralado parmesão, todas acondicionadas separadamente em xícaras de porcelana com capacidade de 750 ml e 13,9 cm com bordo superior de diâmetro, cobertas com papel alumínio perfurado com pequenos orifícios de modo que cada provador percebesse os aromas exalados. Sobre as xícaras foram colocados vidro de relógio retiradas somente no momento do reconhecimento dos aromas.

Foram selecionados para compor a equipe sensorial da ADQ os provadores que apresentaram um número de acertos igual ou maior do que 60%.

2.2.3.3. Definição dos termos descritores e elaboração das referências

A análise descritiva quantitativa foi realizada em várias etapas básicas. Primeiramente foi realizado o levantamento dos termos descritores, a seguir foi realizado a definição de cada um dos termos descritores e a elaboração de referências para cada um dos extremos da escala de intensidade (Tabela 01), elaboração da ficha com escalas não estruturadas de nove cm e treinamento da equipe sensorial.

Tabela 01. Definição dos atributos sensoriais e referências para determinação de ADQ.

Atributo	Definição	Referências
Aparência		
Cor amarela	Sensação produzida pela estimulação da retina pelos raios luminosos do comprimento de onda da cor amarela	Fraco: queijo fundido polenguinho® Forte: padrão N° 082 da escala “Self Color – SUVINIL
Brilhante	Capacidade em produzir reflexão de luz	Nenhum: casca de ovo branco Forte: xarope de glicose milho Yoki®
Lisa	Característica visível de uma substância que se refere ao aspecto plano e sem desigualdades na sua superfície ou na sua constituição	Pouco: geléia de morango em pedaços Possato Muito: requeijão cremoso com soro ultrafiltrado
Homogeneidade	Qualidade de um corpo cujas partes são da mesma natureza e possui cor, forma e característica da superfície homogênea	Pouco: doce de pêssego em pedaços Muito: requeijão cremoso com soro ultrafiltrado
Aroma		
Manteiga	Aroma característico de gordura proveniente do leite	Nenhum: leite reconstituído desnatado Molico Nestlé® na proporção de 66,16g/litro Forte: manteiga tipo aviação®
Queijo	Qualidade de aroma associado ao queijo fresco de média umidade fabricado com leite integral	Nenhum: leite reconstituído desnatado Molico Nestlé® Muito: queijo fresco colonial Rohden
Leite fresco	Aroma agradável, adocicado, suave e de frescor de leite recém ordenhado	Pouco: leite integral Lactobom “tipo B” diluído 50%H ₂ O Muito: leite Lactobom “tipo B”
Sabor		
Ácido	Gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias ácidas, semelhante à solução de ácido láctico	Nenhum: água destilada Forte: iogurte natural integral Parmalat®
Salgado	Gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias salgadas, semelhante à solução de cloreto de cálcio	Fraco: 0,4 g de sal (NaCl) em 500 ml de água destilada Forte: 4,0 g de sal (NaCl) em 500 ml de água destilada
Característico requeijão	Sabor de requeijão, levemente amantegado	fraco: requeijão cremoso light Danúbio forte: requeijão cremoso com soro ultrafiltrado
Manteiga	Sabor característico de manteiga	nenhum: água destilada muito: manteiga tipo aviação®
Queijo	Sabor característico de queijo fresco de média umidade	nenhum: água destilada forte: queijo fresco tipo colonial Rohden
Textura		
Creiosidade	Propriedade mecânica de um produto relacionado com os parâmetros sensoriais primários de dureza e viscosidade	pouco: manteiga tipo Aviação® muito: queijo Petit Suisse danoninho Danone®
Pastosidade	Capacidade das moléculas do produto aderirem reciprocamente, estarem solidamente ligadas entre si e de resistirem aos movimento de desintegração	nenhum: castanha de caju Iracema ® muito: leite condensado Nestlé®
Espalhabilidade	Capacidade de um produto ser espalhado em uma superfície rugosa com auxílio de uma faca	pouco: manteiga congelada tipo Aviação® muita: maionese Hellmann’s®

2.2.3.4. Treinamento e seleção da equipe de análise descritiva

Em cada uma das sessões de treinamento os provadores foram orientados a avaliar a intensidade de cada atributo dos diferentes requeijões cremosos utilizando a ficha de treinamento e avaliação das amostras dos atributos previamente desenvolvidos pelo método de rede. Para realizar a seleção dos provadores que integrariam a equipe definitiva de análise descritiva dos requeijões cremosos, cada uma das amostras foram avaliadas em três repetições por cada um dos participantes treinados, utilizando-se um delineamento experimental de blocos completamente casualizados. A análise de variância foi realizada para os resultados de cada provador (Fontes de variação: amostras. Repetições). Provadores que apresentaram bom poder discriminativo (pamostra < 0,50); boa reprodutibilidade nos julgamentos (repetições $\geq 0,05$) e consenso com os demais membros do grupo obtido através de representação gráfica, foram selecionados para compor a equipe descritiva treinada (Bellarde et al. 1995).

2.2.3.5. Análise Descritiva Quantitativa

Para realizar a Análise Descritiva Quantitativa foram selecionadas as quatro formulações dos requeijões com adição de CPS (Requeijões **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII**) e um requeijão de mercado (Requeijão **RXVII**) (Tabela 07), que apresentaram às melhores médias no conjunto dos atributos avaliados no teste de aceitação. O perfil sensorial das quatro formulações de requeijões cremosos com adição de CPS e uma formulação comercial foi determinado por dez provadores da equipe sensorial descritiva. Os provadores avaliaram as amostras em três repetições cada, utilizando-se um delineamento experimental de blocos completamente casualizados. Os resultados foram analisados por análise de variância e teste de tukey ($\alpha = 0,05$) (SAS, 1989), Análise dos Componentes Principais (Figuras 03 e 04) e representação gráfica da ADQ através de gráfica aranha (Spider-web) (Figura 04).

Tabela 02. Identificação das amostras de requeijão cremoso utilizadas para análise sensorial de aceitação e análise descritiva quantitativa

CÓDIGO DO REQUEIJÃO	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
RI	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 6% de concentrado protéico de soro
RII	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro
RIII	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 10% de concentrado protéico de soro
RIV	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 12% de concentrado protéico de soro
RV	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 0% de concentrado protéico de soro
RVI	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 6% de concentrado protéico de soro
RVII	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro
RVIII	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 10% de concentrado protéico de soro
RIX	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 12% de concentrado protéico de soro
RX	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 0% de concentrado protéico de soro
RXI	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 6% de concentrado protéico de soro
RXII	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro
RXIII	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 10% de concentrado protéico de soro
RXIV	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 12% de concentrado protéico de soro
RXV	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 0% de concentrado protéico de soro
RXVI	Requeijão comercial Marca “A”
RXVII	Requeijão comercial Marca “B”
RXVIII	Requeijão comercial Marca “C”
RXVIX	Requeijão comercial Marca “D”

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características físico-químicas da matéria prima e ingredientes

Os resultados das análises físico-químicas das amostras da matéria prima e dos constituintes dos formulados de requeijões cremosos obtidos por ultrafiltração do soro de queijo estão apresentados na Tabela 03.

Tabela 03. Resultados das análises físico-químicas (%) dos constituintes dos requeijões cremosos.

Produto	Análises Físico-químicas					
	pH	Acidez Titulável (% Ácido Lático)	Extrato Seco Total	Cinzas	Gordura	Proteína Total
Leite	6,78	0,14	9,18	0,84	0,5	3,96
Massa Coagulada	5,07	0,11	29,47	1,04	4,5	27,08
Manteiga	****	****	81,77	0,08	81,7	0,90
Concentrado Protéico de Soro	4,39	3,42	14,70	0,72	0,8	8,28
Permeado	4,35	1,26	4,75	0,67	0,0	0,92
Soro	4,36	1,68	6,62	0,72	0,1	1,68

**** Dados não levantados.

Os resultados das análises do leite observados na Tabela 03 são em geral encontrados para matéria-prima de boa qualidade obtido em características higiênico-sanitárias favoráveis. Ressalta-se o maior teor de proteína total de 3,96 e de cinzas de 0,84, possivelmente pela presença de maiores teores de minerais.

O valor encontrado do pH de 5,07 da massa coagulada é menor ao obtido por SILVA (2003) para massa obtida por precipitação ácida a quente (5,56). Como pode ser visto na Tabela 03 a acidez titulável (% ac. láctico) de 0,11% é inferior comparado ao encontrado por RAPACCI (1997) o que pode estar relacionado às três lavagens sucessivas com água a que foi submetida à massa coagulada. De acordo com FERNANDES (1981) a acidez tem influência sobre a consistência e textura, produz perda de cálcio da rede protéica

e afeta o sabor do queijo processado. Houve pouca alteração no valor do pH do soro ácido e do CPS, entretanto, são notáveis os incrementos dos teores de proteína total e do extrato seco total no CPS decorrentes do processo de ultrafiltração do soro.

3.2. Características físico-químicas dos requeijões cremosos

Na Tabela 04 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com gordura em base seca 60%, três níveis de sal emulsificante 1,5, 2,0 e 2,5% e cinco níveis de CPS 0,0, 6,0, 8,0, 10,0, 12,0%.

Tabela 04. Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com gordura no extrato seco (60%GES), três níveis de sal emulsificante e cinco níveis de concentrado protéico de soro.

Requeijão/ % CPS	Análise Físico- Química	Sal Emulsificante (%)		
		1,5	2,0	2,5
0	pH	5,58 ± 0,00 aC	5,85 ± 0,00 aB	5,98 ± 0,00 aA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,60 ± 0,01 cB	0,69 ± 0,01 cA	0,70 ± 0,01 abA
	Extrato Seco Total	38,51 ± 0,27 bA	36,90 ± 0,34 cC	37,45 ± 0,09 bB
	Extrato Seco Desengordurado	14,38 ± 0,30 aA	13,03 ± 0,66 abB	13,70 ± 0,37 abAB
	Cinzas	1,36 ± 0,02 bcC	1,62 ± 0,05 aB	1,75 ± 0,01 bA
	Gordura	24,1 ± 0,25 bA	24,1 ± 0,25 bA	23,7 ± 0,28 aA
	Proteína Total	12,71 ± 0,10 bcA	12,20 ± 0,13 bAB	12,10 ± 0,44 abB
	Cloreto de Cálcio	0,73 ± 0,01 abA	0,62 ± 0,03 bB	0,62 ± 0,00 bB
6	pH	5,55 ± 0,00 cB	5,55 ± 0,00 eB	5,93 ± 0,00 cA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,60 ± 0,02 cC	0,83 ± 0,01 aA	0,71 ± 0,00 aB
	Extrato Seco Total	39,63 ± 0,13 aA	38,17 ± 0,15 abB	37,87 ± 0,22 aB
	Extrato Seco Desengordurado	14,38 ± 0,48 aA	12,42 ± 0,27 bB	13,87 ± 0,22 aA
	Cinzas	1,45 ± 0,01 aC	1,50 ± 0,03 bcB	1,81 ± 0,01 aA
	Gordura	25,3 ± 0,50 aA	25,7 ± 0,28 aA	24,0 ± 0,00 aB
	Proteína Total	13,87 ± 0,16 aA	12,07 ± 0,24 bC	12,79 ± 0,37 aB
	Cloreto de Cálcio	0,68 ± 0,01 bB	0,74 ± 0,01 aA	0,63 ± 0,01 abC
8	pH	5,57 ± 0,00 bC	5,70 ± 0,00 dB	5,96 ± 0,00 bA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,79 ± 0,00 aA	0,76 ± 0,01 bB	0,69 ± 0,00 bC
	Extrato Seco Total	37,89 ± 0,07 cB	38,40 ± 0,13 aA	36,38 ± 0,15 dC
	Extrato Seco Desengordurado	13,14 ± 0,45 bB	12,77 ± 0,37 abB	14,01 ± 0,09 cA
	Cinzas	1,35 ± 0,02 cC	1,55 ± 0,02 abB	1,68 ± 0,04 cA
	Gordura	24,8 ± 0,50 abB	25,6 ± 0,25 aA	22,3 ± 0,25 bC
	Proteína Total	12,82 ± 0,10 bA	12,96 ± 0,09 aA	12,03 ± 0,17 abB
	Cloreto de Cálcio	0,70 ± 0,01 abA	0,60 ± 0,00 bB	0,63 ± 0,01 abB
10	pH	5,57 ± 0,00 bC	5,74 ± 0,00 cB	5,91 ± 0,00 dA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,75 ± 0,01 bA	0,71 ± 0,00 bB	0,69 ± 0,00 bC
	Extrato Seco Total	37,34 ± 0,13 dB	37,73 ± 0,16 bA	36,84 ± 0,10 cC
	Extrato Seco Desengordurado	13,09 ± 0,24 bB	13,73 ± 0,16 aA	13,21 ± 0,33 bB
	Cinzas	1,40 ± 0,00 bC	1,54 ± 0,03 bB	1,70 ± 0,02 cA
	Gordura	24,2 ± 0,28 bA	24,0 ± 0,00 bcAB	23,6 ± 0,25 aB
	Proteína Total	12,42 ± 0,18 cA	12,65 ± 0,12 aA	11,74 ± 0,48 bB
	Cloreto de Cálcio	0,74 ± 0,01 aA	0,60 ± 0,01 bC	0,65 ± 0,00 aB
12	pH	5,58 ± 0,00 aC	5,78 ± 0,00 bB	5,92 ± 0,00 dA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,74 ± 0,01 bA	0,70 ± 0,00 dB	0,70 ± 0,01 abB
	Extrato Seco Total	37,81 ± 0,19 cA	36,03 ± 0,46 dB	37,54 ± 0,07 bA
	Extrato Seco Desengordurado	12,94 ± 0,32 bAB	12,53 ± 0,64 bB	13,54 ± 0,07 abA
	Cinzas	1,38 ± 0,02 bcC	1,46 ± 0,02 cB	1,68 ± 0,01 cA
	Gordura	24,8 ± 0,25 abA	23,5 ± 0,40 cB	24,0 ± 0,00 aB
	Proteína Total	11,97 ± 0,19 dA	11,84 ± 0,19 bA	11,99 ± 0,08 bA
	Cloreto de Cálcio	0,70 ± 0,04 ab	0,60 ± 0,01 bB	0,62 ± 0,00 bB

Médias e desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha, não diferem ao nível de 5% de erro pelo teste de medís de tukey.

Observa-se que nas interações dos dados físico-químicos com 1,5% SE dentro dos cinco níveis de CPS, houve diferença significativa nos valores de pH do requeijão com 12% CPS em relação aos requeijões com 6, 8 e 10% CPS, ao passo que com zero por cento foi significativamente igual. O requeijão com 8% CPS foi menos ácido, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais requeijões comparado aos outros quatro níveis de CPS analisados. O produto elaborado com 6% CPS apresentou maior extrato seco total e proteína total, diferindo estatisticamente dos demais.

No nível de 2,0% SE dentro dos cinco níveis de CPS, observa-se que o produto com zero % CPS apresentou maior pH, diferindo significativamente dos demais, enquanto que o produto com 8% CPS apresentou o maior teor de extrato seco total diferindo significativamente dos níveis com zero, 10 e 12% CPS. Com relação ao teor de proteína total os produtos com 8 e 10% CPS foram estatisticamente iguais, entretanto, foram diferentes em relação aos produtos formulados com zero, 6 e 12% CPS. O produto com 6% CPS foi o que apresentou a menor acidez titulável.

Em relação ao nível de 2,5% SE dentro dos cinco níveis de CPS estudados, constatou-se que o requeijão sem adição de CPS apresentou maior pH, diferindo estatisticamente dos demais. Os requeijões formulados com zero, 6 e 12% CPS apresentaram acidez titulável estatisticamente iguais, entretanto, diferiram dos produtos com 8 e 10% CPS. O requeijão com 6% CPS o maior teor de extrato seco total diferindo significativamente dos demais. Os requeijões formulados com zero, 6 e 8% CPS apresentou teor de proteína total estatisticamente iguais, diferindo no entanto, com os produtos com 10 e 12% CPS.

3.3. Teste de aceitação dos requeijões cremosos

Os resultados obtidos da aplicação do teste de aceitação das amostras, com referência à aparência, ao aroma, ao sabor, à consistência e espalhabilidade estão apresentados na Tabela 05. As amostras de **RI** a **RXV** foram formuladas com adição de CPS e as amostras de **RXVI** à **RXIX** são requeijões comerciais.

Tabela 05. Médias¹ de aceitação das amostras de requeijão cremoso em relação aos atributos de aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade.

AMOSTRA	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	CONSISTÊNCIA	ESPALHABILIDADE
RI	7,38 ± 1,78 ba	7,32 ± 1,22 a	6,89 ± 2,05 ba	6,29 ± 1,91 bc	5,81 ± 2,2 dec
RII	7,81 ± 1,0 ba	7,42 ± 0,99 a	7,69 ± 1,16 a	7,28 ± 1,78 ba	7,14 ± 1,70 bac
RIII	7,71 ± 1,19 ba	7,32 ± 1,12 a	6,88 ± 1,68 ba	7,03 ± 1,80 ba	6,56 ± 1,61 bdac
RIV	7,86 ± 1,01 ba	7,67 ± 0,82 a	7,56 ± 1,52 a	7,50 ± 1,29 ba	7,61 ± 1,39 ba
RV	7,39 ± 1,53 ba	7,33 ± 1,54 a	6,81 ± 1,98 ba	6,97 ± 1,55 ba	6,78 ± 1,55 bdac
RVI	7,86 ± 0,97 a	7,38 ± 1,18 a	7,24 ± 1,46 ba	7,00 ± 1,52 ba	7,08 ± 1,49 bac
RVII	7,86 ± 1,15 a	7,08 ± 1,44 a	7,43 ± 1,57 ba	7,43 ± 1,81 ba	7,46 ± 1,80 ba
RVIII	8,00 ± 1,04 a	7,47 ± 1,44 a	6,92 ± 2,18 ba	7,78 ± 1,24 a	7,53 ± 1,74 ba
RIX	7,79 ± 1,16 ba	7,36 ± 1,22 a	7,12 ± 1,24 ba	7,48 ± 1,22 ba	7,76 ± 1,29 ba
RX	7,68 ± 1,16 ba	6,97 ± 1,53 ba	6,65 ± 2,15 ba	7,22 ± 1,27 ba	7,41 ± 1,18 ba
RXI	8,00 ± 1,12 a	7,53 ± 0,99 a	6,78 ± 1,80 ba	7,36 ± 1,35 ba	7,11 ± 1,32 bac
RXII	7,24 ± 1,40 ba	7,43 ± 1,28 a	7,24 ± 1,25 ba	7,54 ± 1,19 a	7,84 ± 1,09 a
RXIII	7,79 ± 1,32 ba	7,35 ± 1,20 a	6,32 ± 2,45 bac	7,47 ± 1,52 ba	7,09 ± 1,88 bac
RXIV	7,68 ± 1,24 ba	7,32 ± 1,19 a	7,21 ± 1,53 ba	7,29 ± 1,40 ba	7,00 ± 1,80 bac
RXV	7,38 ± 1,38 ba	7,00 ± 1,69 ba	6,54 ± 2,20 bac	7,54 ± 1,34 a	7,29 ± 1,74 ba
RXVI	7,86 ± 0,78 a	7,40 ± 1,06 a	6,59 ± 2,02 ba	6,86 ± 1,47 ba	6,46 ± 1,69 bdec
RXVII	7,67 ± 1,19 ba	7,33 ± 1,26 a	6,86 ± 2,05 ba	7,22 ± 1,58 ba	7,44 ± 1,66 ba
RXVIII	5,75 ± 2,08 c	6,03 ± 2,15 b	5,14 ± 2,57 c	4,64 ± 2,14 d	5,64 ± 2,16 de
RXIX	6,92 ± 2,01 b	6,70 ± 2,03 ba	6,08 ± 2,07 bc	5,62 ± 2,62 dc	5,16 ± 2,72 e

¹Médias mais desvio padrão marcadas com a mesma letra, numa mesma coluna não diferem entre si, a significância ($p \leq 0,05$), pelo teste de médias de Tukey.

Às formulações **RVIII** e **RXI** apresentaram as maiores médias de aceitação em relação à aparência, correspondente à “gostei muito” na escala utilizada, entretanto, não diferindo significativamente das amostras das formulações **RI**, **RII**, **RIII**, **RIV**, **RV**, **RVI**, **RVII**, **RIX**, **RX**, **RXII**, **RXIII**, **RXIV**, **RXV**, **RXVI**, **RXVII**, entretanto, diferindo das amostras de requeijão comercial **RXVIII** e **RXIX** (Tabela 05). Em relação ao aroma, a amostra da formulação **RIV** foi mais bem aceita pelos provadores, entretanto, a média alcançada de 7,6 não diferiu significativamente das demais amostras das formulações analisadas, porém, os provadores atribuíram notas ligeiramente inferiores para as amostras das formulações **RX**, **RXV**, **RXVIII** e **RXIX**, cujas médias estatisticamente são iguais.

Em relação ao sabor, as amostras das formulações dos requeijões com adição de CPS de **RI** à **RXV** e requeijões comerciais **RXVI** e **RXVII** não apresentaram diferença

significativa, sendo atribuído maior média de 7,6 a formulação **RII**, correspondendo à gostei “moderadamente” na escala utilizada e menor média de 6,3 à amostra da formulação **RXIII**, correspondendo à “gostei ligeiramente”. Em um segundo nível de avaliação de aceitação, os provadores atribuíram à amostra da formulação **RVI** uma média de 7,2 correspondendo à “gostei moderadamente” e ao requeijão comercial **RXIX** uma média de 6,08 correspondendo à “gostei ligeiramente”, não diferindo entretanto estatisticamente entre si. Um terceiro nível de aceitação foi atribuído às amostras das formulações **RXIII**, **RXV**, e aos requeijões comerciais **RXIX** e **RXVIII**, com médias respectivas de 6,2, 6,5, 5,1 e 6,0, respectivamente, demonstrando que estes produtos foram menos aceitos pelo grupo de provadores no atributo de sabor (Tabela 05).

Verifica-se na Tabela 05 que com relação a consistência, o produto com adição de CPS mais aceito corresponde à amostra da formulação **RXIII**, com média correspondente à “gostei moderadamente”, e o menos aceito foi à amostra da formulação **RI** com média correspondente à “gostei ligeiramente”. Entre os requeijões comerciais, o mais aceito foi o requeijão **RXVII** com média correspondente à “gostei moderadamente” e o menos aceito foi o requeijão **RXVIII** com média correspondente à “desgostei ligeiramente”.

A amostra mais apreciada quanto à espalhabilidade foi à formulação **RXII**, entretanto não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) das amostras das formulações **RII**, **RIII**, **RIV**, **RV**, **RVI**, **RVII**, **RVIII**, **RIX**, **RX**, **RXI**, **RXIII**, **RXIV** e **RXV** à base de CPS e amostra do requeijão comercial **RXVII**. O produto fabricado com adição de CPS menos aceito quanto ao atributo espalhabilidade foi a amostra da formulação **RI** que apresentou uma média correspondente à “nem gostei nem desgostei”. Por outro lado, o produto menos aceito pelos provadores dos requeijões comerciais foi o **RXVI** com média correspondente à “gostei ligeiramente” e requeijões **RXVIII** e **RXIX** com médias correspondentes à “nem gostei nem desgostei”, que por sua vez não diferiram significativamente entre si ao nível de 5%. Com relação ao atributo espalhabilidade, os resultados reforçam a possibilidade de que o CPS adicionado às formulações dos produtos fabricados tenha influenciado na estrutura da matriz protéica e esta característica foi percebida nas amostras pelos provadores.

3.3.1. Distribuição de frequência dos valores atribuídos pelos provadores aos atributos analisados

As amostras de requeijões cremosos foram analisadas quanto às distribuições de frequência dos valores atribuídos pelos provadores aos atributos analisados pelos provadores quanto à aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade. Os produtos com denominações **RI** à **RXVI** foram formulados com adição de CPS e com denominação **RXVII** à **RXIX** são produtos de origem comercial.

Em relação à aparência, acima de 50% dos provadores atribuíram como “gostei muito” aos requeijões **RII**, **RIV**, **RV** e **RVI**, enquanto que o requeijão **RXI** foi preferido por mais de 60% de “gostei muito” dos provadores. Por conseguinte, mais de 60% de preferência foi atribuído pelos provadores como “gostei muito” ao requeijão comercial **RXVII**. No atributo aparência, a maioria da preferência dos provadores foi dada aos requeijões formulados com adição de CPS, com médias que se situaram entre “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”.

Em relação ao aroma, os provadores concentraram suas preferências em “gostei muito” e “gostei moderadamente” vindo logo a seguir “gostei muitíssimo” na escala de intensidade. No atributo de aroma, os requeijões formulados com CPS que mais se sobressairam na preferência dos provadores em “gostei muito” foram as formulações **RII**, **RIV**, **RXI**, **RXII** e **RXV** e entre os produtos comerciais o produto **RXVII**, enquanto que em “gostei moderadamente” as formulações **RIII**, **RIV**, **RX**, **RXII** e **RXVI** foram os mais preferidos pelos provadores.

Em relação ao sabor, as frequências se concentraram em “gostei muito” nas formulações com CPS, **RIV**, **RVII**, **RXII** e **RXIV** e **RXVII** no produto comercial, “gostei moderadamente” nas formulações **RIII**, **RIX** e **RXVI** fabricadas com concentrado de soro e **RXVIII** no produto comercial, e “gostei muitíssimo” nas formulações **RII**, **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXIII** fabricadas com CPS e **RXVII** no requeijão comercial.

No atributo consistência, ocorreram pequenas alterações nas preferências dos provadores em relação à avaliação dos formulados e requeijões comerciais no qual 40% das frequências foram atribuídas ao formulado **RI** em “gostei ligeiramente” embora as maiores

freqüências tivessem ainda sido depositadas nos formulados e produtos comerciais em “gostei muito”, “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”. Houve concentração de mais de 50% de freqüências em “gostei muito” nos formulados com CPS, **RIV**, **RVII** e **RIX** e no produto comercial **RXVII**, enquanto que apenas os formulados **RVII** e **RVIII** alcançaram 30% das freqüências em “gostei muitíssimo”.

Em relação ao atributo de espalhabilidade, as maiores freqüências (mais de 40%) ocorreram nos formulados **RIV**, **RVII** e **RIX** em “gostei muito”, enquanto que em “gostei moderadamente” apenas os formulados **RXIV** e **RXVI** alcançaram mais de 30% das freqüências na avaliação dos provadores, em “gostei muitíssimo” os formulados com CPS, **RVII**, **RVIII**, **RIX**, **RXII** e **RXV**, bem como, o requeijão comercial **RXVII** apresentaram entre 20 e 30% de freqüência atribuído pelos provadores.

3.4. Resultados do treinamento e seleção da equipe de análise descritiva

Na Figura 01 consta o número de acertos no Teste de Reconhecimento de aromas para pré-seleção dos doze provadores que comporiam a equipe sensorial da análise descritiva quantitativa (ADQ). Observa-se que do conjunto de provadores 58% apresentou seis acertos no teste de reconhecimento de aromas, mínimo de acertos para compor a equipe sensorial, 25% teve sete acertos e 17% reconheceu nove aromas dos dez apresentados aos provadores.

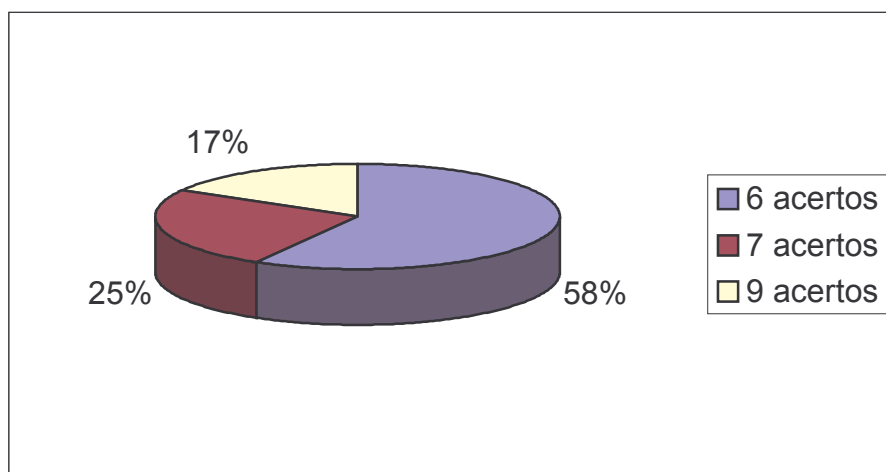


Figura 01. Teste de reconhecimento de aromas para pré-seleção dos provadores

Os resultados da análise de variância para cada provador e atributo sensorial estão apresentados na Tabela 06. Os provadores foram selecionados de acordo com o poder de discriminação das amostras, segundo critérios de significância $p_{amostra} < 0,5$, e, para o critério repetibilidade, selecionou-se os candidatos segundo critérios de significância repetições ($p \geq 0,05$). Dos doze provadores inicialmente selecionados no teste de reconhecimento de aromas, dois provadores foram eliminados durante o treinamento da equipe sensorial porque apresentaram $p_{amostra}$ muito elevados e $p_{repetição}$ inferiores à ($p > 0,05$), fora portanto dos critérios de seleção para compor a equipe final da análise descritiva quantitativa.

Tabela 06. Valores de p de Famostra (Fa) e p de Frepetição (Fr) da Análise de Variância ANOVA para cada Proveedor (prov) e atributo Sensorial .

Prov		p														
		Atributo Sensorial														
		ama	bri	lis	hom	man	que	lei	aci	sal	car	mant	quei	cre	pas	esp
1	Fa	0,198	0,765	0,120	0,440	0,357	0,157	0,731	0,072	0,557	0,634	0,068	0,398	0,342	0,235	0,232
	Fr	0,421	0,153	0,097	0,399	0,010	0,040	0,204	0,007	0,160	0,218	0,104	0,171	0,874	0,820	0,722
2	Fa	0,039	0,257	0,014	0,128	0,174	0,662	0,634	0,319	0,411	0,911	0,133	0,983	0,080	0,217	0,769
	Fr	0,355	0,927	0,092	0,659	0,729	0,404	0,787	0,497	0,008	0,158	0,970	0,612	0,010	0,237	0,242
3	Fa	0,200	0,460	0,577	0,341	0,006	0,540	0,110	0,571	0,000	0,057	0,013	0,002	0,002	0,034	0,007
	Fr	0,783	0,012	0,030	0,536	0,075	0,778	0,016	0,118	0,347	0,087	0,717	0,334	0,003	0,578	0,028
4	Fa	0,003	0,817	0,128	0,190	0,417	0,124	0,704	0,197	0,066	0,108	0,201	0,430	0,452	0,003	0,001
	Fr	0,268	0,566	0,485	0,036	0,811	0,426	0,481	0,198	0,136	0,222	0,345	0,072	0,165	0,333	0,339
5	Fa	0,007	0,650	0,078	0,453	0,408	0,210	0,329	0,172	0,155	0,330	0,036	0,021	0,242	0,260	0,003
	Fr	0,958	0,519	0,502	0,513	0,615	0,347	0,436	0,027	0,040	0,140	0,062	0,050	0,555	0,280	0,010
6	Fa	0,109	0,338	0,013	0,946	0,851	0,429	0,091	0,327	0,419	0,161	0,527	0,816	0,019	0,073	0,359
	Fr	0,191	0,159	0,421	0,162	0,936	0,490	0,014	0,001	0,538	0,141	0,711	0,243	0,334	0,187	0,154
7	Fa	0,321	0,484	0,953	0,593	0,222	0,088	0,034	0,502	0,335	0,292	0,361	0,415	0,034	0,024	0,117
	Fr	0,345	0,067	0,362	0,186	0,763	0,808	0,310	0,333	0,113	0,289	0,041	0,716	0,025	0,188	0,996

Tabela 06. Valores de p de Famostra (Fa) e p de F repetição (Fr) da Análise de Variância ANOVA para cada Proveedor (prov) e Atributo Sensorial (Continuação).

Prov	p	Atributo Sensorial														
		ama	bri	lis	hom	man	que	lei	aci	sal	car	mant	quei	cre	pas	esp
8	Fa	0,003	0,014	0,001	0,007	0,555	0,275	0,449	0,662	0,066	0,050	0,538	0,410	0,000	0,000	0,011
	Fr	0,277	0,327	0,130	0,561	0,370	0,991	0,420	0,543	0,055	0,147	0,574	0,377	0,780	0,978	0,996
9	Fa	0,056	0,013	0,007	0,011	0,208	0,496	0,597	0,559	0,821	0,801	0,623	0,930	0,000	0,000	0,003
	Fr	0,876	0,599	0,840	0,935	0,722	0,812	0,671	0,772	0,880	0,988	0,832	0,691	0,620	0,508	0,517
10	Fa	0,471	0,029	0,345	0,160	0,086	0,085	0,495	0,831	0,730	0,046	0,095	0,152	0,000	0,013	0,021
	Fr	0,653	0,563	0,377	0,162	0,145	0,205	0,673	0,110	0,598	0,677	0,972	0,730	0,218	0,388	0,807

Atributos: ama = amarelo; bri = brilhante; lis = liso; hom = homogêneo; man = manteiga; que = queijo; lei = leite fresco; aci = acidez; sal = salgado; Car = característico de requeijão; mant = manteiga; quei = queijo; crê = cremosidade; pás = pastosidade; esp = espalhabilidade;

pFa: número de vezes em que o proveedor não discriminou as amostras ao nível de significância p de Famostra $< 0,50$;

pFr: número de vezes em que o proveedor não apresentou boa repetibilidade ao nível de significância p de F repetição $\geq 0,05$;

Pode ser observado na Tabela 06, que houve dificuldade dos provadores em discriminar as amostras no qual, todos os provadores apresentaram valores de $pF_{amostra}$ fora do nível de significância máximo de 50% ($p < 0,50$) nos quinze atributos analisados, variando entre um e seis valores, ao passo que, sete dos 10 provadores apresentaram valores de $pF_{repetição}$ fora do nível de significância mínimo de 50% ($p > 0,50$) variando entre um e três valores. Este quadro de resultados pode ser explicado porque as amostras apresentadas aos provadores são oriundas de produtos com formulações muito próximas em suas composições e por isto possuem características sensoriais muito semelhantes, difíceis de serem perceptíveis pelos provadores.

3.5. Representação Gráfica dos Resultados da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) através de Análise de Componentes Principais (ACP)

Os resultados globais obtidos da análise descritiva quantitativa estão apresentados através de representação gráfica de análise de Componentes Principais (Figuras 02 e 03) e representação gráfica através do gráfico aranha (“Spider-Web”) (Figura 04).

A análise multivariada de Análise de Componente Principal representa as tendências das relações existentes entre as amostras estudadas evidenciando os atributos que mais caracterizam cada amostra. Foram estudados os atributos de aparência: cor amarela, brilho, liso, homogênea; aroma: manteiga, queijo, leite fresco; sabor: acidez, salgado, característico de requeijão, manteiga, queijo; e textura: cremosidade, pastosidade, espalhabilidade das amostras **RIV**, **RVII**, **RVIII**, **RXII** e **RXVII**.

Na Figura 02 da análise de componentes principais o primeiro eixo corresponde ao Componente Principal 1 (CP1) e o segundo eixo o Componente Principal 2 (CP2), que explicam a variabilidade total que ocorreu entre as amostras de requeijão cremoso. O Componente Principal 1 foi responsável pela maior parte da explicação da variação total que existe entre as amostras, explicando 39% da variação total entre as amostras enquanto que, o Componente Principal 2 explicou 24% e, o Componente Principal 3 explicou 11%. Os componentes CP1, CP2 e CP3 foram responsáveis pela explicação conjunta de 74% da variação entre as cinco amostras.

Neste sentido, pode ser observado na Figura 02 que a explicação de 39% do eixo do Componente Principal1 para a variabilidade das amostras foram devidas principalmente aos atributos da cor amarela, aparência brilhante, lisa e homogênea, espalhabilidade, aroma de queijo e manteiga, cremosidade e pastosidade. A variabilidade explicada no eixo do Componente Principal2 de 24%, é devida principalmente à variação entre as amostras com relação aos atributos aroma de leite fresco, à acidez, sabor de queijo, sabor de manteiga, sabor salgado e sabor característico de requeijão e que a explicação de 11% do eixo do Componente Principal3 para a variabilidade das amostras foram devidas aos atributos de aparência brilhante, lisa e homogênea (Figura 03).

Os vetores (descritores) que ao serem decompostos em um Componente Principal (eixo) apresentam-se como um vetor longo, explicam mais à variabilidade entre as amostras. Ao se decompor os dois eixos (CP1 e CP2), os vetores brilhante, acidez, leite fresco, salgado, sabor, manteiga, sabor queijo e sabor característico de requeijão, apresentam-se como vetor curto, sugerindo-se que as amostras são similares quanto à estes atributos. Por conseguinte, vetores que se apresentam como longos, sugere que as amostras analisadas não diferem muito quanto aos atributos analisados de cor amarela, cremosidade, pastosidade, espalhabilidade, aroma de manteiga, aroma de queijo, aparência lisa e aparência homogênea.

Na análise dos componentes principais cada amostra se localiza próxima ao descritor que a caracteriza. Ao analisar a Figura 02, verifica-se que a amostra **RXVII** é caracterizada pela maior intensidade de cor amarela. Observa-se também que as três repetições nesta amostra ficaram distantes entre si, o que sugere que houve baixa repetibilidade nas notas atribuídos pelos provadores.

Os atributos que mais contribuíram para caracterizar a amostra **RXII** foram a aparência lisa e homogênea, pastosidade, espalhabilidade e aroma de queijo, enquanto que, a amostra **RVIII** ficou mais caracterizada pela cremosidade e aroma de manteiga por apresentar vetores maiores, mas também por apresentar menor acidez com relação as demais amostras. A Figura 02 sugere que as amostras **RIV** e **RVII** são salgadas e possuem aroma de leite fresco, embora a amostra **RVII** é caracterizada também pelo sabor de queijo e manteiga. Possivelmente a amostra **RVII** é o requeijão cremoso com maior intensidade de

sabor característico de requeijão e a amostra **RIV** é o requeijão cremoso com menor intensidade de brilho.

O perfil sensorial de cada uma das cinco amostras de requeijão cremoso também pode ser expresso graficamente através do gráfico aranha (“Spider-Web”), apresentado na Figura 04. A intensidade média de cada descritor em cada amostra é marcada no eixo correspondente ao atributo avaliado. O centro da figura corresponde à nenhuma intensidade e a extremidade de cada escala corresponde ao máximo de intensidade percebida de cada atributo sensorial, onde o eixo de cada atributo apresenta a dimensão igual à escala utilizada (escala de 0 a 9).

Em geral, os requeijões cremosos formulados com adição de CPS foram aqueles melhor avaliados sensorialmente pelos provadores. Pode ser observado na Figura 04 que o requeijão cremoso **RVII** foi o menos avaliado comparado às demais amostras (**RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII**) apresentando uma aparência menos lisa, com menor aroma de manteiga e de queijo e menor textura com relação aos atributos de cremosidade, pastosidade e espalhabilidade. A amostra **RVII** foi o produto que apresentou maior cor amarela. As intensidades dos atributos avaliados pelo painel sensorial foram muito semelhantes nas amostras dos requeijões **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII**, embora o requeijão **RXII** tenha recebido as melhores notas nos atributos de aparência lisa, aparência homogênea, cremosidade, pastosidade e espalhabilidade. O requeijão **RXII** foi também o produto melhor avaliado sensorialmente pelos provadores com relação aos três atributos de textura, cremosidade, pastosidade e espalhabilidade.

As amostras do requeijão **RVII** foram as mais preferidas pelos provadores quanto aos atributos de sabor de manteiga, sabor de queijo e sabor característico de requeijão, comparado às demais amostras. Estes resultados coincidem com os dados obtidos pela Análise dos Componentes Principais (ACP).

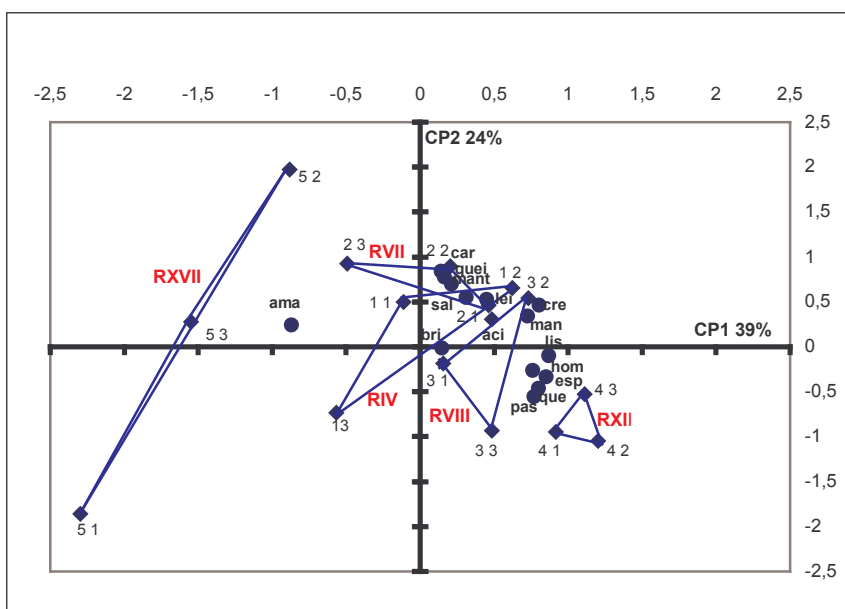


Figura 02. Representação gráfica de análise de componentes principais (CP1 x CP2) das cinco amostras estudadas de requeijão cremoso.

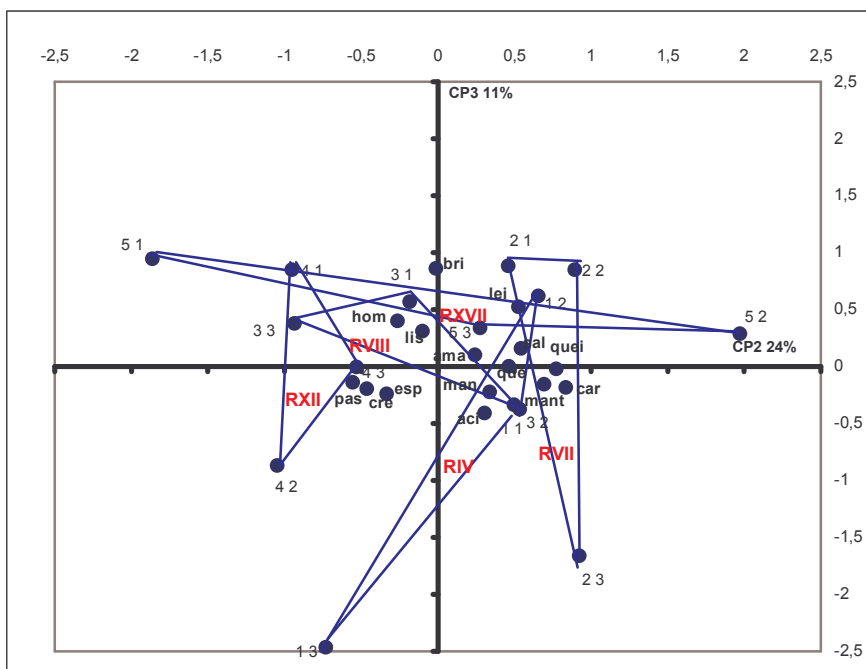


Figura 03. Representação gráfica de análise de componentes principais (CP2 x CP3) das cinco amostras estudadas de requeijão cremoso.

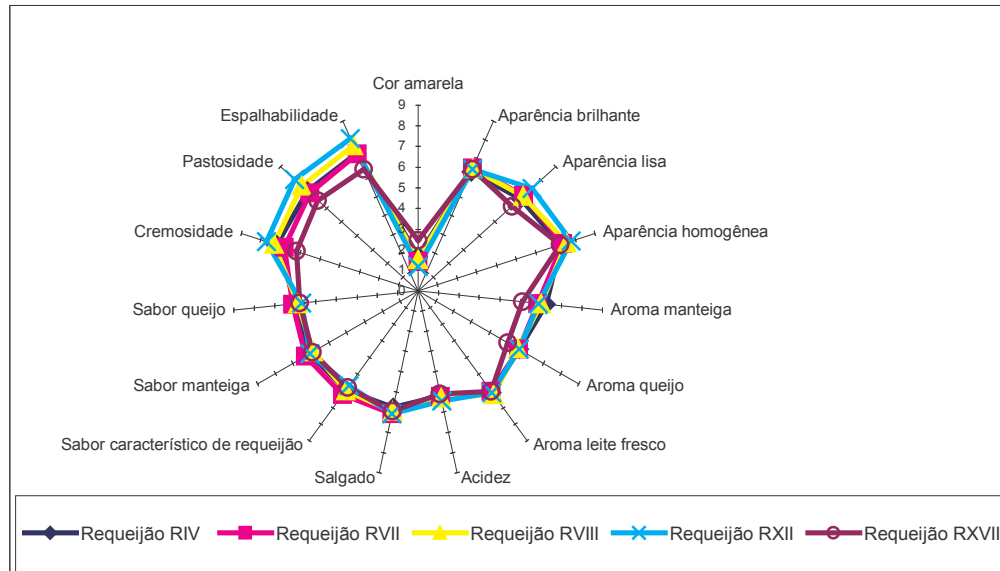


Figura 04. Representação da configuração gráfica (“Spider-Web”) da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) das cinco amostras estudadas.

3.6. Avaliação dos resultados da ANOVA dos atributos avaliados pela equipe sensorial

Os dados obtidos foram analisados por ANOVA, Teste de médias de Tukey, Análise dos Componentes Principais (ACP) e gráfico aranha (“Spider-Web”). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 07.

Tabela 07. Valores médios¹ obtidos da análise descritiva quantitativa dos atributos sensoriais das cinco amostras analisadas

Atributos analisados	Requeijões Cremosos				
	RIV	RVII	RVIII	RXII	RXVII
Aparência Cor amarela	1,66 ± 1,32 b	1,42 ± 0,98 bc	1,52 ± 1,44 bc	1,16 ± 0,84 c	2,44 ± 1,34 a
Aparência Brilhante	6,30 ± 1,88 a	6,47 ± 1,89 a	6,47 ± 1,90 a	6,43 ± 2,26 a	6,42 ± 1,61 a
Aparência Lisa	6,66 ± 1,81 ab	6,87 ± 1,44 ab	6,82 ± 1,75 ab	7,40 ± 1,52 a	6,11 ± 2,02 b
Aparência homogênea	7,23 ± 1,33 b	7,36 ± 1,33 b	7,56 ± 1,03 ab	7,76 ± 1,17 a	7,20 ± 1,27 b
Aroma manteiga	6,21 ± 1,38 a	5,80 ± 1,93 ab	5,98 ± 1,41a	5,82 ± 1,92 ab	5,06 ± 1,90 b
Aroma queijo	5,63 ± 1,33 a	5,59 ± 1,73 ab	5,58 ± 1,27 ab	5,62 ± 1,70 ab	5,00 ± 1,53 b
Aroma leite fresco	6,05 ± 1,62 a	6,01 ± 1,71 a	6,17 ± 1,63 a	6,05 ± 1,76 a	5,99 ± 1,81 a
Sabor ácido	5,21 ± 1,83 a	5,24 ± 2,06 a	5,30 ± 1,92 a	5,45 ± 1,74 a	5,09 ± 2,03 a
Sabor salgado	5,74 ± 1,81 a	6,07 ± 1,82 a	5,94 ± 1,76 a	6,06 ± 1,62 a	5,94 ± 2,26 a
Sabor característico de requeijão	5,95 ± 1,71 a	6,17 ± 1,49 a	5,98 ± 1,64 a	5,65 ± 1,43 a	5,76 ± 2,23 a
Sabor manteiga	6,01 ± 1,37 a	6,29 ± 1,36 a	5,83 ± 1,29 a	6,03 ± 1,17 a	5,90 ± 1,74 a
Sabor queijo	5,93 ± 1,54 a	6,10 ± 1,47 a	5,85 ± 1,46 a	5,65 ± 1,34 a	5,74 ± 1,85 a
Cremosidade	7,19 ± 1,43 ab	6,80 ± 1,59 b	7,32 ± 1,49 ab	7,68 ± 1,66 a	6,18 ± 1,71 c
Pastosidade	7,21 ± 1,0 bc	7,05 ± 1,01 c	7,58 ± 1,08 b	8,04 ± 1,12 a	6,53 ± 1,12 d
Espalhabilidade	7,28 ± 1,27 b	7,22 ± 1,37 b	7,67 ± 1,01 ab	8,03 ± 1,04 a	6,43 ± 1,66 c

¹Médias mais desvio padrão seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5%, pelo teste de médias de Tukey.

Na Tabela 07 podem ser verificadas as diferenças e similaridades existentes entre as quatro amostras de requeijão cremoso formuladas com adição de CPS e uma amostra comercial. A discussão destes resultados por atributo sensorial, está apresentada a seguir.

3.6.1. Atributos relacionados à aparência

Cor amarela: pode-se verificar na Tabela 07, que todas as amostras de requeijão formuladas com adição de CPS (**RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII**) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à amostra de requeijão cremoso comercial (**RXVII**). As amostras de requeijão formuladas com adição de CPS apresentaram cor mais

clara que a amostra de requeijão comercial. Possivelmente a tonalidade mais amarela da amostra de requeijão **(RXVII)** está relacionado ao maior teor de gordura presente na amostra. De acordo com GARRUTI et al (2003) dos treze descritores avaliados de quatro marcas de requeijões cremosos, a cor foi considerada importante na determinação da qualidade do produto, pois discriminou claramente amostras de marcas distintas.

Brilhante: apesar da maioria das amostras de requeijão formuladas com CPS (**RVII**, **RVIII** e **RXII**) apresentarem valores médios superiores à amostra de requeijão cremoso comercial (**RXVII**) não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre às cinco amostras analisadas.

Lisa: constata-se na Tabela 07 que a amostra de requeijão **RXII** diferiu significativamente ($p < 0,05$) das demais amostras de requeijão formuladas com CPS e amostra de requeijão comercial. Por outro lado, os valores médios obtidos para as amostras **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **(RXVII)** foram muito próximos e indicam não haver diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre estas amostras.

Homogênea: através dos dados obtidos e apresentados na Tabela 07 observa-se que as amostras dos requeijões **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXVII** apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) comparado à amostra do requeijão **RXII**. Esta diferença também pode ser percebida na Figura 04 (Spider-Web) cuja amostra apresentou um valor médio superior em relação às demais.

3.6.2. Atributos relacionados ao aroma

Manteiga: as amostras de requeijão **RIV** e **RVIII** apresentaram as melhores médias, embora não tenham apresentado diferença significativa entre si, entretanto, diferiram significativamente em relação à amostra de requeijão comercial, cuja valor médio foi o menor entre às cinco amostras analisadas.

Queijo: os dados apresentados na Tabela 07 indicam não haver diferença significativa entre as amostras de requeijão **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII**, sendo que entre estas, a primeira foi a amostra que os provadores atribuíram melhor sabor de queijo, ao passo que a amostra de requeijão comercial **RXVII** diferiu significativamente ($p < 0,05$) das anteriores obtendo a menor avaliação do painel sensorial quanto a este atributo analisado.

Leite fresco: não ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cinco amostras analisadas. Os dados revelaram que as amostras dos requeijões processados com adição de CPS neste experimento foram muito similares à amostra do requeijão comercial.

3.6.3. Atributos relacionados ao sabor

Ácido, salgado, característico de requeijão, manteiga e queijo: as quatro amostras de requeijão **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII** não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) comparado à amostra de requeijão comercial **RXVII**, quanto aos cinco atributos analisados. Observou-se no entanto que a amostra de requeijão **RXII**, apresentou sabor ligeiramente mais ácido que as demais, o que deve estar relacionado ao maior teor (2,5%) de SE adicionado na fabricação do requeijão, enquanto que a amostra de requeijão **RVII** apresentou sabor ligeiramente mais salgado e também foi a amostra que foi melhor caracterizada quanto ao sabor característico de requeijão. A amostra **RVII** foi também escolhida pelos provadores como sendo o produto com maior sabor de manteiga e de queijo.

3.6.4. Atributos relacionados à textura

Cremosidade: a amostra de requeijão **RXII** foi a que apresentou valor médio mais elevado em relação ao atributo cremosidade, diferenciando-se significativamente ($p < 0,05$) das três amostras **RIV**, **RVII**, **RVIII** processadas com adição de CPS e da amostra de requeijão comercial **RXVII**. As amostras **RIV** e **RVIII** apresentaram valores médios de

cremosidade, não diferenciando-se significativamente entre si e a amostra **RXVII** apresentou a menor cremosidade entre todas as cinco amostras avaliadas.

Pastosidade: conforme pode ser constatado na Tabela 07, a amostra **RXII** se diferenciou estatisticamente das demais quatro amostras estudadas, tendo sido avaliada como de melhor pastosidade, situando-se a seguir as amostras **RIV** e **RVIII** avaliadas estatisticamente iguais entre si e a amostra **RXVII** avaliada como de pior cremosidade.

Espalhabilidade: Analisando a Tabela 07 constata-se que a amostra **RXII** recebeu do painel sensorial a melhor avaliação em relação à todos os 15 atributos analisados neste trabalho e em especial, ao atributo espalhabilidade comparado às demais quatro amostras estudadas, diferindo estatisticamente ao nível de erro de 5%. A amostra de requeijão comercial **RXVII** foi avaliada como a de menor espalhabilidade entre às cinco pesquisadas.

A escolha atribuída pelos provadores no atributo espalhabilidade possivelmente esteja relacionado à adição do CPS aos formulados dos requeijões cremosos em desenvolvimento que segundo HARPER (1984) as proteínas do soro possuem várias propriedades altamente funcionais entre as quais a propriedade de gelificação (MORR, 1979; MORR & HA, 1993), e tem influência na formação da matriz protéica e solidificação (HARPER, 1984).

4. CONCLUSÕES

- Através da aplicação do teste de aceitação que avaliou os atributos de aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade de dezenove requeijões, constatou-se que os melhores produtos formulados com adição de CPS foram os produtos **RIV**, **RVII**, **RVIII** e **RXII** e o melhor produto comercial foi o produto **RXVII**.
- Os requeijões formulados com adição de CPS, foram aqueles que apresentaram maiores médias de aceitação em relação à aparência, e se situaram entre “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”.
- Os atributos que mais contribuíram para caracterizar a amostra **RXII** foram a aparência lisa e homogênea, pastosidade, espalhabilidade e aroma de queijo, enquanto que, a amostra **RVIII** ficou mais caracterizada pela cremosidade e aroma de manteiga, mas também por apresentar menor acidez com relação as demais amostras.
- As amostras **RIV** e **RVII** são salgadas e possuem aroma de leite fresco, sendo que a amostra **RVII** é o requeijão cremoso com maior intensidade de sabor característico de requeijão e a amostra **RIV** é o requeijão cremoso com menor intensidade de brilho.
- A amostra **RXII** recebeu da equipe sensorial a melhor avaliação em relação à todos os 15 atributos analisados neste trabalho e em especial, ao atributo espalhabilidade comparado às demais quatro amostras estudadas, diferindo estatisticamente ao nível de erro de 5%.
- A amostra de requeijão comercial **RXVII** foi avaliada como a de menor espalhabilidade entre às cinco pesquisadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., Assoc. **Official Analytical Chemists**, 1995. v.1.

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., **Assoc. Official Analytical Chemists**, 1995. v.2.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE PESQUISA (ANEP). **Critério de classificação econômica Brasil. 1997**. Disponível em: <http://anep.org.br>. Acesso realizado em 17/02/2005.

BELLARDE, F. B.; JACKIX, M. N. H.; DA SILVA, M.A. A. P. Desenvolvimento de gel estruturado de suco de maracujá na forma de um simulado de fruta em calda: perfil sensorial e aceitação do produto final. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15. n. 3. p. 225-231. 1995.

BROWN, J.A.; FOEGEDING, E. A. ; DAUBERT, C. R.; DRAKE, M. A.; GUMPERTZ, M. Relationships among rheological and sensorial properties of young cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 10, p. 3054-3067, 2003

DI CAGNO, R.; BANKS, J.; SHEEHAN, L.; FOX, P. F.; BRECHANY, E. Y.; CORSETTI, A.; GOBETTI, M. Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 961-972, 2003.

FERNANDES, A. G. **Parâmetros fundamentais para o processamento de queijos fundidos**. In: MARTINS, J. F.; FERNANDES, A. G. Curso sobre processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. Campinas: ITAL, 1981, capítulo 5, p. 1-11.

FOEGEDING, E. A.; BROWN, J.; DRAKE, M. A.; DAUBERT, C. R. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 585-591, 2003.

GARRUTI, D. dos 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**, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003.

HARPER, W.J. Whey proteins. **Food Technology New Zealand**, v. 19, p. 21-27, 1984.

MORR, C.V. Functionality of whey protein products. **New Zealand Journal of Dairy Science e Technology**, v. 14, p. 185-194, 1979.

MORR, C.V. & HA, Y. W. Whey proteins concentrates and isolates: processing and functional properties. **Critical reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, p. 431-476, 1993.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. Campinas, 1997. 144p. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

SAS. **User's guide: statistics**. Version 6^o edition. Sas Inst.Inc. Cary. NC, 1989.

SILVA, A. T. **Fabricação de requeijão cremoso e de requeijão cremoso “light” a partir de retentado de ultrafiltração acidificado por fermentação ou adição de ácido láctico**. 2003. 237p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas.

ANEXO A

Tabela 08. Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco.

Amostra/ Ingrediente (g)	RI	RII	RIII	RIV	RV	RVI	RVII	RVIII	RIX	RX	RXI	RXII	RXIII	RXIV	RXV
Massa Coagulada	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
Sal Emulsificante	105	105	105	105	105	140	140	140	140	140	175	175	175	175	175
Cloreto de Sódio	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Concentrado Protéico de Soro	0,0	420	560	700	840	0,0	420	560	700	840	0,0	420	560	700	840
Manteiga	4227,8	4336,8	4373,0	4409,4	4445,8	4292,0	4401,0	4437,3	4473,6	4510,0	4356,2	4465,2	4501,5	4537,9	4574,2
Água	1871,2	1724,6	1675,7	1626,9	1578,0	1990,7	1844,1	1795,3	1746,4	1697,6	2110,3	1963,7	1914,8	1866,0	1817,1

ANEXO B

Tabela 09. Ultrafiltração de Soro de Queijo

Matéria-Prima de Ultrafiltração				Condição de Operação do processamento	Membrana de Ultrafiltração	
Volume inicial Soro (Kg)				ΔP (bar)	Volume de permeado (Kg)	Volume de Concentrado Protéico de Soro obtido (Kg)
150,00					136,860	9,560
Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
00:00:00 (Início 09:43 hs)	-	-				
00:05:00	3,37	3,37	1,023	1,9	2,4	54
00:10:00	2,755	6,125	1,0426	1,9	2,4	54
00:15:00	2,545	8,67	1,0613	1,9	2,4	52
00:20:00	2,37	11,04	1,0794	1,9	2,4	52
00:25:00	2,345	13,385	1,098	1,9	2,4	51
00:30:00	2,315	15,7	1,1169	1,9	2,4	52
00:35:00	2,26	17,96	1,136	1,9	2,4	52
00:40:00	2,225	20,185	1,1555	1,9	2,4	52
00:45:00	2,18	22,365	1,1752	1,9	2,4	52
00:51:00	2,55	24,915	1,1992	1,9	2,4	52
00:55:00	1,685	26,6	1,2155	1,9	2,4	52
01:00:00	2,065	28,665	1,2362	1,9	2,4	52
01:05:00	2,03	30,695	1,2573	1,9	2,4	52
01:10:00	2,01	32,705	1,2788	1,9	2,4	53
01:15:00	1,985	34,69	1,3008	1,9	2,4	52,5
01:20:00	1,96	36,65	1,3233	1,9	2,4	52,5
01:25:00	1,945	38,595	1,3464	1,9	2,4	52
01:30:00	1,92	40,515	1,37	1,9	2,4	52
01:36:00	1,905	42,42	1,3943	1,9	2,4	52
01:40:00	1,91	44,33	1,4195	1,9	2,4	52
01:45:00	1,875	46,205	1,4451	1,9	2,4	52
01:50:00	1,85	48,055	1,4714	1,9	2,4	51,5
01:55:00	1,86	49,915	1,4987	1,9	2,4	51,5
02:00:00	1,825	51,74	1,5266	1,9	2,4	51,5
02:05:00	1,8	53,54	1,555	1,9	2,4	52
02:10:00	1,885	55,425	1,586	1,9	2,4	52
02:15:00	1,73	57,155	1,6156	1,9	2,4	52

Tabela 09. Ultrafiltração de Soro de Queijo (Continuação)

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	F_c	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
02:20:00	1,775	58,93	1,6471	1,9	2,4	52
02:25:00	1,77	60,7	1,6797	1,9	2,4	52,5
02:30:00	1,765	62,465	1,7136	1,9	2,4	52,5
02:35:00	1,74	64,205	1,7483	1,9	2,4	52,5
02:41:00	1,74	65,945	1,7845	1,9	2,4	53
02:45:00	1,715	67,66	1,8217	1,9	2,4	53
02:50:00	1,715	69,375	1,8605	1,9	2,4	53
02:56:00	2,045	71,42	1,9089	1,9	2,4	53
03:00:00	1,365	72,785	1,9426	1,9	2,4	53
03:05:00	1,66	74,445	1,9853	1,9	2,4	52,5
03:10:00	1,64	76,085	2,0293	1,9	2,4	52
03:15:00	1,62	77,705	2,0748	1,9	2,4	52
03:20:00	1,605	79,31	2,1219	1,9	2,4	52
03:25:00	1,58	80,89	2,1704	1,9	2,4	52
03:30:00	1,565	82,455	2,2207	1,9	2,4	52
03:35:00	1,565	84,02	2,2734	1,9	2,4	52
03:41:00	1,875	85,895	2,3399	1,9	2,4	52
03:45:00	1,265	87,16	2,387	1,9	2,4	52
03:50:00	1,615	88,775	2,45	1,9	2,4	52
03:55:00	1,62	90,395	2,5166	1,9	2,4	52,5
04:00:00	1,61	92,005	2,5864	1,9	2,4	53
04:05:00	1,61	93,615	2,6603	1,9	2,4	52,5
04:11:00	1,6	95,215	2,738	1,9	2,4	52
04:15:00	1,59	96,805	2,8198	1,9	2,4	51,5
04:20:00	1,545	98,35	2,9042	1,9	2,4	51
04:25:00	1,52	99,87	2,9922	1,9	2,4	51,5
04:31:00	1,495	101,365	3,0842	1,9	2,4	51,5
04:36:00	1,77	103,135	3,2007	1,9	2,4	52
04:40:00	1,265	104,4	3,2895	1,9	2,4	52
04:45:00	1,35	105,75	3,3898	1,9	2,4	52
04:50:00	1,45	107,2	3,5047	1,9	2,4	52
04:55:00	1,46	108,66	3,6284	1,9	2,4	52
05:00:00	1,46	110,12	3,7613	1,9	2,4	52
05:05:00	1,455	111,575	3,9037	1,9	2,4	53
05:10:00	1,45	113,025	4,0568	1,9	2,4	53
05:15:00	1,43	114,455	4,22	1,9	2,4	53,5
05:20:00	1,405	115,86	4,3937	1,9	2,4	52
05:25:00	1,555	117,415	4,6033	1,9	2,4	52
05:30:00	1,135	118,55	4,7695	1,9	2,4	51
05:35:00	1,365	119,915	4,9859	1,9	2,4	52
05:40:00	1,23	121,145	5,1984	1,9	2,4	52

Tabela 09. Ultrafiltração de Soro de Queijo (Continuação)

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	F_c	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
05:45:00	1,25	122,395	5,4338	1,9	2,4	52
05:50:00	1,24	123,635	5,6894	1,9	2,4	52
05:55:00	1,265	124,9	5,9761	1,9	2,4	53
06:00:00	1,265	126,165	6,2933	1,9	2,4	53
06:05:00	1,26	127,425	6,6445	1,9	2,4	53
06:10:00	1,235	128,66	7,029	1,9	2,4	53
06:15:00	1,24	129,9	7,4627	1,9	2,4	53
06:20:00	1,21	131,11	7,9407	1,9	2,4	53
06:25:00	1,205	132,315	8,4818	1,9	2,4	53
06:30:00	1,145	133,46	9,0689	1,9	2,4	53
06:35:00	1,1	134,56	9,715	1,9	2,4	53
06:46:00	2,3	136,86	11,4155	1,9	2,4	53
TOTAL		136,86	11,4155			

$F_c = (\text{Volume inicial de soro} - \text{Volume total parcial acumulado}) / \text{Volume inicial de soro}.$

CAPÍTULO 6

CAPACIDADE DE DERRETIMENTO E PERFIL DE TEXTURA DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SAIS EMULSIFICANTES E CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO

RESUMO

A textura instrumental é um importante indicador para caracterização de qualidade e identidade do requeijão cremoso. Este trabalho consistiu em avaliar a relação que existe entre as características físico-químicas com a textura instrumental e capacidade de derretimento dos requeijões cremosos elaborados sem adição e com adição de 6, 8, 10 e 12% de concentrado protéico de soro e com 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante. Há uma relação de dependência principalmente entre os parâmetros de textura instrumental de dureza, adesividade, elasticidade e gomosidade com os dados físico-químicos avaliados. A capacidade de derretimento dos produtos também foi influenciada significativamente pelo concentrado protéico de soro e sal emulsificante adicionados. Dos quinze produtos elaborados, foram escolhidas quatro amostras que apresentaram as melhores notas atribuídas por uma equipe sensorial composta por 10 provadores que avaliaram os atributos de aparência, aroma, sabor, consistência e espalhabilidade. A caracterização de textura instrumental destas quatro amostras foi realizada através da Análise de Componentes Principais cujos resultados são explicados por 97,33% da variabilidade entre as amostras. Os resultados das análises físico-químicas dos requeijões cremosos, do teste de derretimento, dos parâmetros do perfil de textura instrumental e Análise de Componentes Principais, foram avaliados por meio de análise de variância ANOVA e teste de médias de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando-se o programa SAS Versão 6.0.

CHAPTER 6

MELTING CAPACITY AND TEXTURE PROFILE OF REQUEIJÕES CREMOSOS MANUFACTURED WITH DIFFERENT LEVELS OF EMULSIFYING SALT AND WHEY PROTEIN CONCENTRATE OBTAINED BY ULTRAFILTRATION

SUMMARY

The instrumental texture is an important index of characterization of quality control and identity of “requeijão cremoso”. This work consisted to evaluate the relationship between chemicalphysical characteristics, melting capacity and instrumental texture of “requeijões cremosos” manufactured with addition zero, 6, 8, 10 and 12% whey protein concentrate and 1,5, 2,0 e 2,5% emulsifying salt. It was verified the existence of a dependency relationship between instrumental texture of firmness, adesiviness, elasticity and gumminess and chemicalphysical data evaluate. The melting capacity of products, also, were influenced significantly by addition whey protein concentrate and emulsifying salt. From fifteen samples manufactured, were selected four samples that presented the better score attributed by ten panelist judges that evaluated the attributes in terms of appearance, flavor, taste, consistency and spreadability by Acceptance Test. The characterization of the instrumental texture of this four samples was realized by PCA-Principal Component Analysis and these three PCs accounted 97,33% of the explained experimental variance of the cheeses samples. The results of chemicalphysical data of “requeijões cremosos”, melting capacity and instrumental texture parameters profile (TPA) and Principal Component Analysis (PCA) were evaluated by Analysis of Variance (ANOVA), Tukey’s Test for means using SAS program version 6.0.

1.INTRODUÇÃO

A textura resulta dos atributos mecânicos, geométricos e de superfície dos alimentos, visto que eles são dependentes da estrutura e composição química, e parece ser razoável tentar monitorar alterações na composição química como uma medida da textura do alimento e possivelmente qualidade (ROSENTHAL, 1999).

A textura de queijos é reconhecida como um importante atributo de qualidade e possui influência sobre a aceitação pelo consumidor. Muitas técnicas são aplicadas para determinar a textura de queijos entre as quais podem ser enumeradas a avaliação sensorial, por compressão e torsão e por análise de textura instrumental (TRUONG et al, 2002) e extensão (GWARTNEY et al. 2002).

PEREIRA et al (2003) utilizaram a Análise de Componentes Principais para explicar a variação entre amostras de géis de leite acidificado, com relação à cinco parâmetros de textura instrumental. Os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) explicaram juntos 85,7% da variabilidade entre as amostras. A técnica de análise e apresentação de resultados por Análise de Componentes Principais dos parâmetros de textura instrumental pode ser adaptada com eficiência no produto em análise, o requeijão cremoso.

DRAKE et al (1999) avaliaram o efeito na textura instrumental pela adição de lecitina de soja como substitutivo em queijo processado comparado à outros queijos processados com adição normal de gordura. Lecitina afetou os atributos de textura de dureza, coesividade e elasticidade do queijo. Queijos com lecitina da soja foram mais firmes, menos coesivos e mais elásticos que os queijos com adição de gordura normal. GWARTNEY et al (2002) também estudaram a textura de queijos processados com gordura normal e gordura reduzida, concluindo que quando gordura é reduzida no queijo a textura torna-se mais dura, cerosa, gomosa e elástica. Em adição, a textura de queijo processado com teor reduzido de gordura, requer também compreensão das propriedades químicas, estruturais e mecânicas às quais impõem cada um destes atributos de textura.

A textura de queijos é largamente reconhecida como um dos mais importantes parâmetros para determinar a qualidade e identidade de um tipo de queijo (CREAMER & OLSON, 1982). Um dos mais frequentes parâmetros de textura avaliados é a dureza. O

conteúdo de umidade do queijo afeta os parâmetros de textura. BENEDITO et al (2000) encontraram no estudo de textura do queijo Mahon, que todos os parâmetros de textura instrumental avaliados aumentaram significativamente ($P > 0,05$) com o tempo, enquanto a umidade decresceu e os parâmetros sensoriais de dureza e friabilidade também aumentaram com o tempo de cura do queijo enquanto que a elasticidade e deformabilidade decresceram.

De acordo com GIGANTE (1998) a adição de concentrado protéico de soro em requeijões, influenciou significativamente a capacidade de derretimento das amostras, entretanto, esse efeito não deve ser avaliado individualmente uma vez que a interação do pH de ultrafiltração e adição de concentrado protéico de soro também influenciaram significativamente a capacidade de derretimento das amostras. Por outro lado, o autor encontrou que a adição de concentrado protéico de soro nas amostras de requeijão cremoso em quantidade que permita um aumento de 50% na relação inicial proteína solúvel/caseína, diminuiu a capacidade de derretimento da amostra, representada pela redução do fluxo de queijo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a relação que existe entre as características físico-químicas com a textura instrumental e capacidade de derretimento dos requeijões cremosos elaborados sem adição e com adição de diferentes níveis de concentrado protéico de soro e de sal emulsificante.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Processo de fabricação dos requeijões

2.1.1. Fabricação da manteiga

Para fabricação da manteiga foram utilizados 160 kg de creme com cinco dias da sua obtenção batido em um tacho em aço inox da marca Parmamec modelo Tace, com capacidade para 1000 litros, dotado de sistema de injeção direta de vapor. Após retirada e lavagem do leiteiro a manteiga foi acondicionada em baldes plásticos em PVC, previamente sanitizados, e guardada em câmara de resfriamento a 5°C até o seu uso.

2.1.2. Preparo da massa coagulada

Para preparo da massa coagulada empregou-se 2250 litros de leite desnatado pasteurizado em um tanque de coagulação, em aço inox da marca Biasinox, com capacidade para 2470 litros, dotado de agitador e sistema de aquecimento e resfriamento.

O processo de precipitação foi realizado com a adição de 11,0 litros de ácido láctico de padrão alimentar com 85% pureza (diluído na proporção de 1:1, ácido láctico:água) e 750 ml de cloreto de cálcio em relação ao volume 2000 litros de leite aquecido à uma temperatura de 48°C. A massa coagulada após ter sido separado do soro, foi lavada sucessivamente até a acidez da água do último enxágue atingir 2^oDornic.

Para obter uma massa coagulada com maior extrato seco total foi retirado a maior quantidade possível de soro, acondicionando-se a massa coagulada em sacos de polietileno, dispostos sobre um estrado, dentro de baldes plásticos com capacidade de 20 kg, previamente sanitizados. A massa permaneceu em repouso por um período de aproximadamente dois dias para escorrimento do soro em câmara de resfriamento a 5°C, sendo após este período coletado amostra para determinação das análises físico-químicas.

2.1.3. Processo de obtenção do concentrado protéico de soro

Para realizar a ultrafiltração foi utilizado o próprio soro obtido da precipitação da massa coagulada. O soro foi separado, pasteurizado, acondicionado em latões de 50 litros e guardado em câmara de resfriamento à 5°C até o seu uso. Antes do início da ultrafiltração o soro foi previamente aquecido a 54°C. O concentrado protéico de soro foi obtido à partir da ultrafiltração de 150 litros de soro, em uma unidade piloto de ultrafiltração adaptada para uso em membrana Carbosep minerais de PM (Peso Molecular) de corte de 20000 Daltons, a 55°C, pressão de entrada 2,4 Kg/cm² e saída de 1,5 Kg/cm². Após 6, 46 horas de ultrafiltração do soro o fator final de concentração obtido foi de FC 11,4:1. O concentrado protéico de soro foi imediatamente pesado e resfriado em água gelada até atingir 5°C e então guardado em câmara de resfriamento a 5°C até o seu uso.

2.1.4. Balanço dos constituintes dos requeijões

Para realizar o balanço de constituintes dos requeijões cremosos foram realizados as análises físico-químicas de gordura e extrato seco total da manteiga, massa coagulada e concentrado protéico de soro. Todas as quinze formulações dos requeijões foram calculadas para obter um produto com 60% de gordura em base seca e adição de três níveis de sal emulsificante à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10, produzido pela Germinal, e cinco níveis de concentrado protéico de soro (Tabela 01). As quantidades dos ingredientes de cada requeijão cremoso constam na Tabela 02.

2.1.5. Fabricação e envase dos requeijões cremosos

Os requeijões cremosos foram fabricados em uma máquina homogeneizadora-trituradora Biasinox, modelo 5690, com capacidade para 56 kg, com controle de velocidade de agitação, aquecimento por injeção direta de vapor e filtro de linha para produção de vapor sanitário e envasados em copos plásticos à quente com capacidade de 500g. Os copos foram selados em envasadora mecânica DMOM Máquinas, modelo DMS 4000, com capacidade de envase de 1600 potes por hora, acondicionados em caixas de papelão com capacidade de 24 copos e armazenados em câmara de resfriamento a 5⁰C.

2.2. Determinações analíticas

2.2.1. Identificação das amostras

Foram analisadas 15 amostras de requeijão cremoso, três amostras sem adição de concentrado protéico de soro que constituíram as testemunhas e 12 amostras elaboradas com concentrado protéico de soro ultrafiltrado (Tabela 01).

Tabela 01. Identificação das amostras utilizadas para caracterização físico-química e textura instrumental dos requeijões cremosos.

Amostra	Identificação da Amostra
1	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 0% de concentrado protéico de soro
2	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 6% de concentrado protéico de soro
3	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro
4	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 10% de concentrado protéico de soro
5	Requeijão 1,5% de sal emulsificante e 12% de concentrado protéico de soro
6	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 0% de concentrado protéico de soro
7	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 6% de concentrado protéico de soro
8	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro
9	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 10% de concentrado protéico de soro
10	Requeijão 2,0% de sal emulsificante e 12% de concentrado protéico de soro
11	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 0% de concentrado protéico de soro
12	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 6% de concentrado protéico de soro
13	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro
14	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 10% de concentrado protéico de soro
15	Requeijão 2,5% de sal emulsificante e 12% de concentrado protéico de soro

Tabela 02. Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco.

Amostra/ Ingrediente (g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Massa Coagulada	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
Sal Emulsificante	105	105	105	105	105	140	140	140	140	140	175	175	175	175	175
Cloreto de Sódio	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Concentrado protéico de Soro	0,0	420	560	700	840	0,0	420	560	700	840	0,0	420	560	700	840
Manteiga	4227,8	4336,8	4373,0	4409,4	4445,8	4292,0	4401,0	4437,3	4473,6	4510,0	4356,2	4465,2	4501,5	4537,9	4574,2
Água	1871,2	1724,6	1675,7	1626,9	1578,0	1990,7	1844,1	1795,3	1746,4	1697,6	2110,3	1963,7	1914,8	1866,0	1817,1

2.2.2. Análises físico-químicas

As determinações analíticas dos ingredientes e dos requeijões cremosos foram obtidos em quadruplicata, com exceção do teor de cloreto de cálcio que foi realizado em triplicata, segundo os seguintes métodos oficiais de análise:

- pH: uso de potenciômetro (AOAC, 1995);
- Acidez titulável: segundo metodologia 33.2.06 para o leite e metodologia 971.19 para queijo (AOAC, 1995);
- Extrato seco total: em estufa a 105°C, segundo metodologia 925.23 (AOAC, 1995);
- Extrato seco desengordurado: metodologia 33.2.09/A (AOAC, 1995).
- Cinzas: determinado segundo a metodologia 33.2.10 (AOAC, 1995);
- Gordura: método de Gerber (AOAC, 1995);
- Proteína Total: pelo método de micro-Kjeldahl, metodologia 33.2.11 (AOAC, 1995);
- Cloreto de Sódio: segundo metodologia 971.19 (AOAC, 1995).

2.3. Perfil de textura instrumental

O perfil de textura dos requeijões foi determinada através do texturômetro TAXT₂ (Texture Profile Analysis), marca SMS – Stable Micro Systems e operado com o auxílio do programa Texture Expert® em ambiente Windows Microsoft®, modo de operação TPA, velocidade de pré-teste 1,0mm/s, velocidade de teste 1,0 mm/s e velocidade de pós-teste 1,0 mm/s, tempo 5,0 segundos, força de contato de 10g, temperatura 10°C ± 2°C (ROSENTHAL, 1999).

As amostras foram acondicionadas ainda quentes em cápsulas de alumínio com 52mm de diâmetro x 26 mm de altura e volume de 50cm³, logo após a fabricação dos requeijões, para evitar a formação de bolhas e padronizar a massa a ser analisada. Em seguida, as cápsulas foram tampadas e seladas com o uso de um filme plástico de PVC e resfriadas em câmara de resfriamento a 10°C. No dia da análise, as cápsulas foram levadas a uma geladeira à mesma temperatura (10°C) e cada amostra foi retirada uma a uma imediatamente anterior ao teste. Para caracterizar o perfil de textura foram determinados os parâmetros, dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade.

Na Tabela 03 constam o parâmetro e a definição sensorial do perfil de textura de cada requeijão:

Tabela 03. Parâmetros medidos pelo Perfil de Análise de Textura Instrumental

Parâmetro	Definição sensorial
Dureza	Força requerida para compressão do alimento entre a língua e o palato
Elasticidade	Grau com que um produto volta a sua forma original depois da compressão entre os dentes
Adesividade	Força requerida para remover o material que adere ao palato durante o processo normal de comer
Coesividade	Grau com que uma substância é comprimida entre os dentes antes de se romper
Gomosidade	Energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para deglutição

Fonte: Rosenthal (1999).

2.4. Teste de derretimento

Para este teste foi empregado o método proposto por OLSON & PRICE (1958) aplicado às condições do requeijão cremoso com concentrado de soro. Foram realizados testes preliminares com amostras dos requeijões fabricados com concentrado de soro e com amostras de requeijões comerciais. Adaptou-se o processo às condições empregadas por GIGANTE (1998) pesando $15,00 \pm 0,20$ gramas de requeijão cremoso à 10°C diretamente dentro do tubo de derretimento de vidro cilíndrico, com 31,0 cm de comprimento e 30mm de diâmetro, com três linhas de referência gravada no vidro no sentido transversal e uma linha no sentido longitudinal. Na realização dos testes, utilizou-se um estrado de madeira com capacidade de inclinação, sobre o qual foram depositados os três tubos de vidro.

As amostras foram pesadas em três repetições, em seguida, os tubos foram submetidos em banho de gelo, na posição vertical, e após 30 minutos os foram retirados, ajustando-se a rolha de borracha ao nível de uma das linhas transversais gravadas no tubo de vidro. Os tubos de vidro contendo as amostras, dispostos sobre o estrado de madeira, foram colocadas em uma estufa a 110⁰C durante 5 minutos. Após este período, o estrado com os tubos foram retirados da estufa e inclinados para interromper o fluxo do produto, assinalando a distância percorrida entre a linha transversal no tubo e a borda do produto derretido. Esta distância percorrida em milímetros, denominou-se “fluxo de queijo” usado como critério de derretimento.

2.5. Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas dos requeijões cremosos, do teste de derretimento, dos parâmetros do perfil de textura instrumental e Análise de Componentes Principais, foram avaliados por meio de análise de variância ANOVA e teste de médias de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando-se o programa SAS Versão 6.0 (1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características físico-químicas da matéria prima e ingredientes

Os resultados das análises físico-químicas das amostras da matéria prima e dos constituintes dos formulados de requeijões cremosos obtidos por ultrafiltração do soro de queijo estão apresentados na Tabela 04.

Tabela 04. Resultados das análises físico-químicas dos constituintes dos requeijões cremosos.

Ingrediente	Análises Físico-Químicas (%)					
	pH	A c.Titulável (% Ac. Lát.)	Extrato Seco Total	cinzas	umidade	Proteína Total
Leite	6,78	0,55	9,18	0,84	0,52	3,96
Massa Coagulada	5,07	0,11	29,47	1,04	4,5	27,08
Manteiga	****	****	81,77	0,08	81,77	0,90
Concentrado Protéico						
Soro	4,39	3,42	14,70	0,72	0,83	8,28
Permeado	4,35	1,26	4,75	0,67	0,00	0,92
Soro	4,36	1,68	6,62	0,72	0,10	1,68

**** Dados não levantados.

Os resultados das análises do leite observados na Tabela 04 são em geral encontrados para matéria-prima de boa qualidade, obtido em características higiênico-sanitárias favoráveis. Ressalta-se o maior teor de proteína total de 3,96 e de cinzas de 0,84. O valor encontrado do pH de 5,07 da massa coagulada é maior ao obtido por SILVA (2003) para massa obtida por precipitação ácida a quente (5,56). Como pode ser visto na Tabela 04 a acidez titulável (% ác. láctico) de 0,11% é inferior comparado ao encontrado por RAPACCI (1997) de 0,42% de acidez titulável (% ác. láctico) obtido por precipitação ácida, o que pode estar relacionado às três lavagens sucessivas com água a que foi submetida à massa coagulada.

O valor do pH do soro ácido e do concentrado protéico de soro são semelhantes, de 4,36 e 4,39%, respectivamente. O valor de pH encontrado no soro ácido neste trabalho, é inferior ao encontrado por HARPER & SEIBERLING (1976) que obtiveram valores entre 4,5 a 5,5, em soro obtido por coagulação ácida.

São notáveis os incrementos dos teores de proteína total e do extrato seco total encontrados no concentrado protéico de soro decorrentes do processo de ultrafiltração do soro.

3.2. Características físico-químicas dos requeijões cremosos

Na Tabela 05 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com gordura no extrato seco de 60%, três níveis de sal emulsificante 1,5, 2,0 e 2,5% e cinco níveis de concentrado protéico de soro 0, 6, 8, 10, 12 %.

Tabela 05. Resultados médios das análises físico-químicas dos requeijões cremosos com gordura no extrato seco (60%GES), três níveis de sal emulsificante e cinco níveis de concentrado protéico de soro.

Requeijão/ % CPS	Análise Físico- Química	Sal Emulsificante (%)		
		1,5	2,0	2,5
0	pH	5,58 ± 0,00 aC	5,85 ± 0,00 aB	5,98 ± 0,00 aA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,60 ± 0,01 cB	0,69 ± 0,01 cA	0,70 ± 0,01 abA
	Extrato Seco Total	38,51 ± 0,27 bA	36,90 ± 0,34 cC	37,45 ± 0,09 bB
	Extrato Seco Desengordurado	14,38 ± 0,30 aA	13,03 ± 0,66 abB	13,70 ± 0,37 abAB
	Cinzas	1,36 ± 0,02 bcC	1,62 ± 0,05 aB	1,75 ± 0,01 bA
	Gordura	24,1 ± 0,25 bA	24,1 ± 0,25 bA	23,7 ± 0,28 aA
	Proteína Total	12,71 ± 0,10 bcA	12,20 ± 0,13 bAB	12,10 ± 0,44 abB
	Cloreto de Cálcio	0,73 ± 0,01 abA	0,62 ± 0,03 bB	0,62 ± 0,00 bB
6	pH	5,55 ± 0,00 cB	5,55 ± 0,00 eB	5,93 ± 0,00 cA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,60 ± 0,02 cC	0,83 ± 0,01 aA	0,71 ± 0,00 aB
	Extrato Seco Total	39,63 ± 0,13 aA	38,17 ± 0,15 abB	37,87 ± 0,22 aB
	Extrato Seco Desengordurado	14,38 ± 0,48 aA	12,42 ± 0,27 bB	13,87 ± 0,22 aA
	Cinzas	1,45 ± 0,01 aC	1,50 ± 0,03 bcB	1,81 ± 0,01 aA
	Gordura	25,3 ± 0,50 aA	25,7 ± 0,28 aA	24,0 ± 0,00 aB
	Proteína Total	13,87 ± 0,16 aA	12,07 ± 0,24 bC	12,79 ± 0,37 aB
	Cloreto de Cálcio	0,68 ± 0,01 bB	0,74 ± 0,01 aA	0,63 ± 0,01 abC
8	pH	5,57 ± 0,00 bC	5,70 ± 0,00 dB	5,96 ± 0,00 bA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,79 ± 0,00 aA	0,76 ± 0,01 bB	0,69 ± 0,00 bC
	Extrato Seco Total	37,89 ± 0,07 cB	38,40 ± 0,13 aA	36,38 ± 0,15 dC
	Extrato Seco Desengordurado	13,14 ± 0,45 bB	12,77 ± 0,37 abB	14,01 ± 0,09 cA
	Cinzas	1,35 ± 0,02 cC	1,55 ± 0,02 abB	1,68 ± 0,04 cA
	Gordura	24,8 ± 0,50 abB	25,6 ± 0,25 aA	22,3 ± 0,25 bC
	Proteína Total	12,82 ± 0,10 bA	12,96 ± 0,09 aA	12,03 ± 0,17 abB
	Cloreto de Cálcio	0,70 ± 0,01 abA	0,60 ± 0,00 bB	0,63 ± 0,01 abB
10	pH	5,57 ± 0,00 bC	5,74 ± 0,00 cB	5,91 ± 0,00 dA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,75 ± 0,01 bA	0,71 ± 0,00 bB	0,69 ± 0,00 bC
	Extrato Seco Total	37,34 ± 0,13 dB	37,73 ± 0,16 bA	36,84 ± 0,10 cC
	Extrato Seco Desengordurado	13,09 ± 0,24 bB	13,73 ± 0,16 aA	13,21 ± 0,33 bB
	Cinzas	1,40 ± 0,00 bC	1,54 ± 0,03 bB	1,70 ± 0,02 cA
	Gordura	24,2 ± 0,28 bA	24,0 ± 0,00 bcAB	23,6 ± 0,25 aB
	Proteína Total	12,42 ± 0,18 cA	12,65 ± 0,12 aA	11,74 ± 0,48 bB
	Cloreto de Cálcio	0,74 ± 0,01 aA	0,60 ± 0,01 bC	0,65 ± 0,00 aB
12	pH	5,58 ± 0,00 aC	5,78 ± 0,00 bB	5,92 ± 0,00 dA
	Acidez Titulável (% Ac. Lát.)	0,74 ± 0,01 bA	0,70 ± 0,00 dB	0,70 ± 0,01 abB
	Extrato Seco Total	37,81 ± 0,19 cA	36,03 ± 0,46 dB	37,54 ± 0,07 bA
	Extrato Seco Desengordurado	12,94 ± 0,32 bAB	12,53 ± 0,64 bB	13,54 ± 0,07 abA
	Cinzas	1,38 ± 0,02 bcC	1,46 ± 0,02 cB	1,68 ± 0,01 cA
	Gordura	24,8 ± 0,25 abA	23,5 ± 0,40 cB	24,0 ± 0,00 aB
	Proteína Total	11,97 ± 0,19 dA	11,84 ± 0,19 bA	11,99 ± 0,08 bA
	Cloreto de Cálcio	0,70 ± 0,04 ab	0,60 ± 0,01 bB	0,62 ± 0,00 bB

Médias e desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha, não diferem ao nível de 5% de erro pelo teste de medís de tukey.

Observa-se que nas interações dos dados físico-químicos com 1,5% SE dentro dos cinco níveis de CPS, houve diferença significativa nos valores de pH do requeijão com 12% CPS em relação aos requeijões com 6, 8 e 10% CPS, ao passo que com zero por cento foi significativamente igual. O requeijão com 8% CPS foi menos ácido, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais requeijões comparado aos outros quatro níveis de CPS analisados. O produto elaborado com 6% CPS apresentou maior extrato seco total e proteína total, diferindo estatisticamente dos demais.

No nível de 2,0% SE dentro dos cinco níveis de CPS, observa-se que o produto com zero % CPS apresentou maior pH, diferindo significativamente dos demais, enquanto que o produto com 8% CPS apresentou o maior teor de extrato seco total diferindo significativamente dos níveis com zero, 10 e 12% CPS. Com relação ao teor de proteína total os produtos com 8 e 10% CPS foram estatisticamente iguais, entretanto, foram diferentes em relação aos produtos formulados com zero, 6 e 12% CPS. O produto com 6% CPS foi o que apresentou a menor acidez titulável.

Em relação ao nível de 2,5% SE dentro dos cinco níveis de CPS estudados, constatou-se que o requeijão sem adição de CPS apresentou maior pH, diferindo estatisticamente dos demais. Os requeijões formulados com zero, 6 e 12% CPS apresentaram acidez titulável estatisticamente iguais, entretanto, diferiram dos produtos com 8 e 10% CPS. O requeijão com 6% CPS o maior teor de extrato seco total diferindo significativamente dos demais. Os requeijões formulados com zero, 6 e 8% CPS apresentou teor de proteína total estatisticamente iguais, diferindo no entanto, com os produtos com 10 e 12% CPS.

3.3. Resultados médios do perfil de textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos

Na Tabela 06 consta os resultados médios do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos elaborados com diferentes níveis de sal emulsificante e concentrado protéico de soro.

Observa-se na Tabela 06 que dentro de cada nível de concentrado protéico de soro (0,6,8,10 e 12% CPS) os valores dos parâmetros de dureza, elasticidade e gomosidade dos

requeijões diminuem com o aumento do teor de sal emulsificante adicionado enquanto a adesividade aumenta com o aumento deste ingrediente no produto. Os valores da coesividade praticamente não se alteram independente do nível de sal emulsificante e concentrado protéico de soro adicionado.

Analisando a influência dos teores de concentrado protéico de soro nos parâmetros de textura dos requeijões, observa-se que há uma tendência na redução dos valores de dureza com o aumento deste ingrediente adicionado nos requeijões, principalmente nos produtos com 1,5% e 2,0% de sal emulsificante (SE), com exceção no produto com 6,0% de concentrado protéico de soro e 2,0% de sal emulsificante. Estas diferenças são observadas estatisticamente ao nível de significância ($P < 0,05$) em que as maiores médias se localizam com 6% CPS e 8% CPS e as menores médias com 12% CPS nos níveis de 1,5% e 2,0 SE, respectivamente. Essa mesma tendência de redução dos valores de dureza nos produtos com o aumento do concentrado protéico de soro não pode ser observada no nível de 2,5% de sal emulsificante adicionado. Diferenças estatísticas significativas também foram encontradas nos parâmetros de elasticidade e gomosidade, encontrando-se as maiores médias nos produtos elaborados com 1,5% SE.

Os produtos mais adesivos são aqueles elaborados com maior percentual de SE (2,5%) na sua composição em todos os cinco níveis de CPS adicionados, com exceção do produto com 12% CPS e 2,0% SE que possui maior adesividade embora seja estatisticamente igual ao produto com 12% CPS e 2,5% SE.

Tabela 06. Médias do perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos elaborados com 60% de gordura no extrato seco, três níveis de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de concentrado protéico de soro (CPS)

Requeijão/ % CS	Parâmetro de textura	Sal Emulsificante (%)		
		1,5	2,0	2,5
0	Dureza	236,9 ± 75,63 bA	61,3 ± 5,20 cB	57,4 ± 3,84 bB
	Adesividade	-237,3 ± 41,90 abB	-105,5 ± 10,12 abA	-98,1 ± 8,31 bA
	Elasticidade	0,08 ± 0,02 abA	0,04 ± 0,01bB	0,03 ± 0,01 aB
	Coesividade	0,7 b ± 0,05 cB	0,8 ± 0,01abA	0,8 ± 0,01 bA
	Gomosidade	162,6 ± 38,40 bA	49,8 ± 3,61 cdB	46,5 ± 2,61bB
6	Dureza	438,3 ± 85,17 aA	130,7 ± 16,89 bB	55,6 ± 4,18 bB
	Adesividade	-398,6 ± 9,44 cC	-199,9 ± 9,34 cB	-92,9 ± 7,75bA
	Elasticidade	0,1 ± 0,01aA	0,06 ± 0,01 abB	0,03 ± 0,01aC
	Coesividade	0,6 ± 0,04 cC	0,78 ± 0,04 abB	0,8 ± 0,01aA
	Gomosidade	284,5 ± 36,67 aA	101,8 ± 7,46 bB	46,7 ± 3,22 bC
8	Dureza	164,7 ± 31,76 bA	186,0 ± 47,28 aA	30,56 ± 2,67 cB
	Adesividade	-237,7 ± 37,73 abB	-247,3 ± 23,18 dB	-39,5 ± 7,78 aA
	Elasticidade	0,06 ± 0,02 bcA	0,07 ± 0,01aA	0,03 ± 0,01 aB
	Coesividade	0,79 ± 0,01 aAB	0,75 ± 0,06 bB	0,84 ± 0,01 aA
	Gomosidade	131,3 ± 24,51 bcA	138,5 ± 22,34 aA	25,8 ± 1,77 cB
10	Dureza	242,8 ± 44,91 bA	82,6 ± 11,96 cB	69,5 ± 5,90 aB
	Adesividade	-270,1 ± 35,69 bB	-129,9 ± 16,75 bA	-115,5 ± 12,65 cA
	Elasticidade	0,08 ± 0,01abcA	0,05 ± 0,01 abB	0,05 ± 0,01aB
	Coesividade	0,72 ± 0,04 bcB	0,82 ± 0,01 aA	0,8 ± 0,01abA
	Gomosidade	174,1 ± 26,62 bA	67,9 ± 8,56 cB	56,9 ± 4,06 aB
12	Dureza	140,7 ± 26,49 bA	51,6 ± 4,24 cB	61,6 ± 3,40 bB
	Adesividade	-190,9 ± 27,39 aB	-81,8 ± 10,67 aA	-100,4 ± 6,16 bcA
	Elasticidade	0,05 ± 0,01cA	0,04 ± 0,01 bA	0,05 ± 0,01 aA
	Coesividade	0,75 ± 0,02 abB	0,80 ± 0,01abA	0,82 ± 0,01abA
	Gomosidade	105,8 ± 18,93 cA	41,5 ± 2,66 dB	50,9 ± 2,45 bB

Médias mais desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem ao nível de 5% de erro, pelo teste de médias de Tukey.

Na Tabela 07 estão apresentados os resultados do fluxo de queijo (derretimento) dos requeijões cremosos com três níveis de sal emulsificante e cinco níveis de concentrado protéico de soro. No nível de adição de 1,5% de sal emulsificante ocorre uma tendência dos requeijões cremosos apresentarem maior derretimento à medida que se aumenta o teor de adição de concentrado protéico de soro (CPS), dos quais, os requeijões com 12% de CPS e sem adição de CPS diferiram estatisticamente dos demais ($P < 0,05$). O comportamento esperado era de que com o aumento da adição de concentrado protéico de soro a fluidez dos

requeijões fosse reduzida. Este resultado possivelmente foi influenciado pela maior quantidade de vapor de água que entrou na máquina de fusão no momento do processamento dos requeijões, cuja variável sempre foi de difícil controle pela limitação que existiu no equipamento de processo.

Nos níveis de 2,0 e 2,5% de adição de sal emulsificante aos requeijões, a tendência de ocorrer menor derretimento com a adição de níveis crescentes de concentrado protéico de soro se manifestou com exceção do requeijão com 10% de concentrado protéico de soro no nível de 2,0% de sal emulsificante e no requeijão com 6% de concentrado protéico de soro no nível de 2,5% de sal emulsificante, cujo derretimento deve ter sido influenciado pela maior teor de água que entrou no produto, não controlável no momento do processo. Estes resultados são confirmados estatisticamente por ANOVA.

O concentrado protéico de soro e o sal emulsificante influenciaram o derretimento dos requeijões cremosos, pois quando os resultados dos requeijões cremosos elaborados com concentrado protéico de soro são comparados aos requeijões elaborados sem adição deste ingrediente, o derretimento dos produtos é maior. Por conseguinte, com o aumento do teor de sal emulsificante nos requeijões a fluidez também aumentou. Estes resultados também podem ser observados nas Figuras 09 à 16.

Tabela 07. Resultados médios do fluxo de queijo (mm) das amostras de requeijão cremoso elaboradas com diferentes níveis de concentrado protéico de soro (CPS) e sal emulsificante (SE).

Nível de CPS (%)	Sal Emulsificante (%)		
	1,5	2,0	2,5
0	72,0 ± 3,0 aB	155,6 ± 10,0 aA	187,0 ± 19,6 aA
6	31,6 ± 6,1cB	128,6 ± 22,0 aA	133,6 ± 14,1 bA
8	47,0 ± 3,6 bcC	86,0 ± 9,8 bB	184,0 ± 4,3 aA
10	62,0 ± 4,5 ab	127,3 ± 9,7 aB	162,0 ± 6,0 abA
12	80,6 ± 17,2 aB	77,3 ± 3,2 bB	141,6 ± 2,8bA

Médias e desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha, não diferem ao nível de 5% de erro.

3.4.Relação entre os parâmetros de textura instrumental e características físico-químicas dos requeijões cremosos

Na Figura 01 estão apresentados os resultados da relação entre a textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o pH e com o extrato seco total. Observa-se que quando os valores da dureza dos requeijões com concentrado protéico de soro são inversamente proporcionais aos valores de pH nos três níveis de sal emulsificante avaliados, isto é, a medida que o pH sobe a dureza do produto é menor e quando o pH é reduzido a dureza aumenta (Figura 01a,b,c). Em contrapartida, a relação entre os valores de dureza dos requeijões e o extrato seco total são diretamente proporcionais, quando os valores do extrato seco total dos requeijões aumentam, ocorre também um aumento proporcional nos valores da dureza dos produtos em todos os níveis de sal emulsificante avaliados (Figura 01d,e,f). Ocorreram valores máximos de extrato seco total e dureza no nível de 8% de uso de concentrado protéico de soro com 1,5% de sal emulsificante e mínimos de extrato seco total e dureza no nível de 8% de uso de concentrado protéico de soro tanto com 1,5% quanto 2,5% de sal emulsificante.

Na Figura 02 estão apresentados os resultados da relação entre a textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro com o teor de proteína total e do parâmetro de textura instrumental de adesividade com o pH. Observa-se que existe uma tendência da dureza acompanhar o teor de proteína total dos requeijões, diminuindo com o aumento do concentrado protéico de soro nos produtos (Figura 02a), atingindo o valor máximo no produto com 8% de concentrado protéico de soro e 2,0% de sal emulsificante (Figura 02b) e atingindo o valor mínimo com 8% de concentrado protéico de soro e 2,5% de sal emulsificante (Figura 02c).

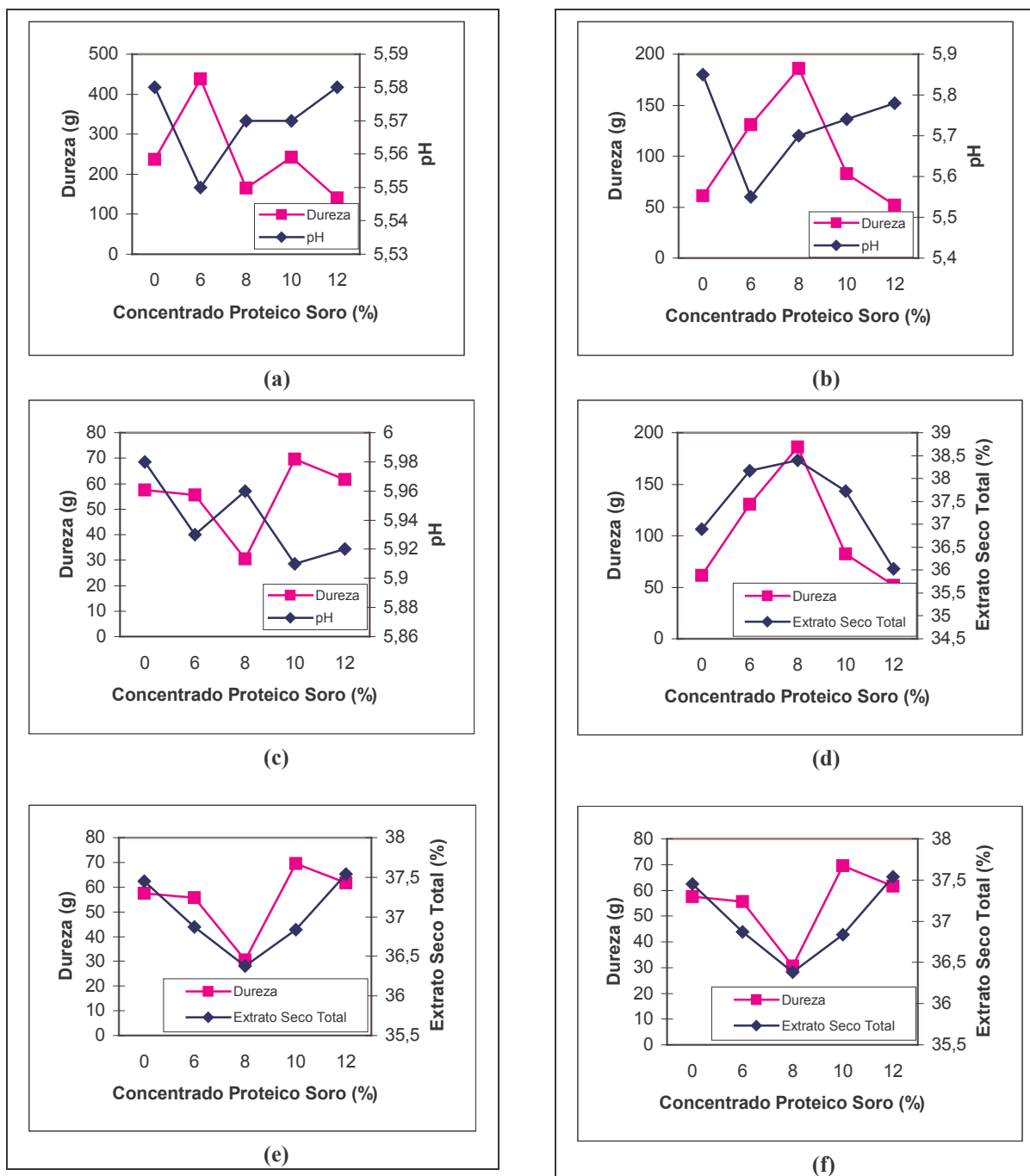


Figura 01. Relação entre textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com CPS com o pH (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e com o extrato seco total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.

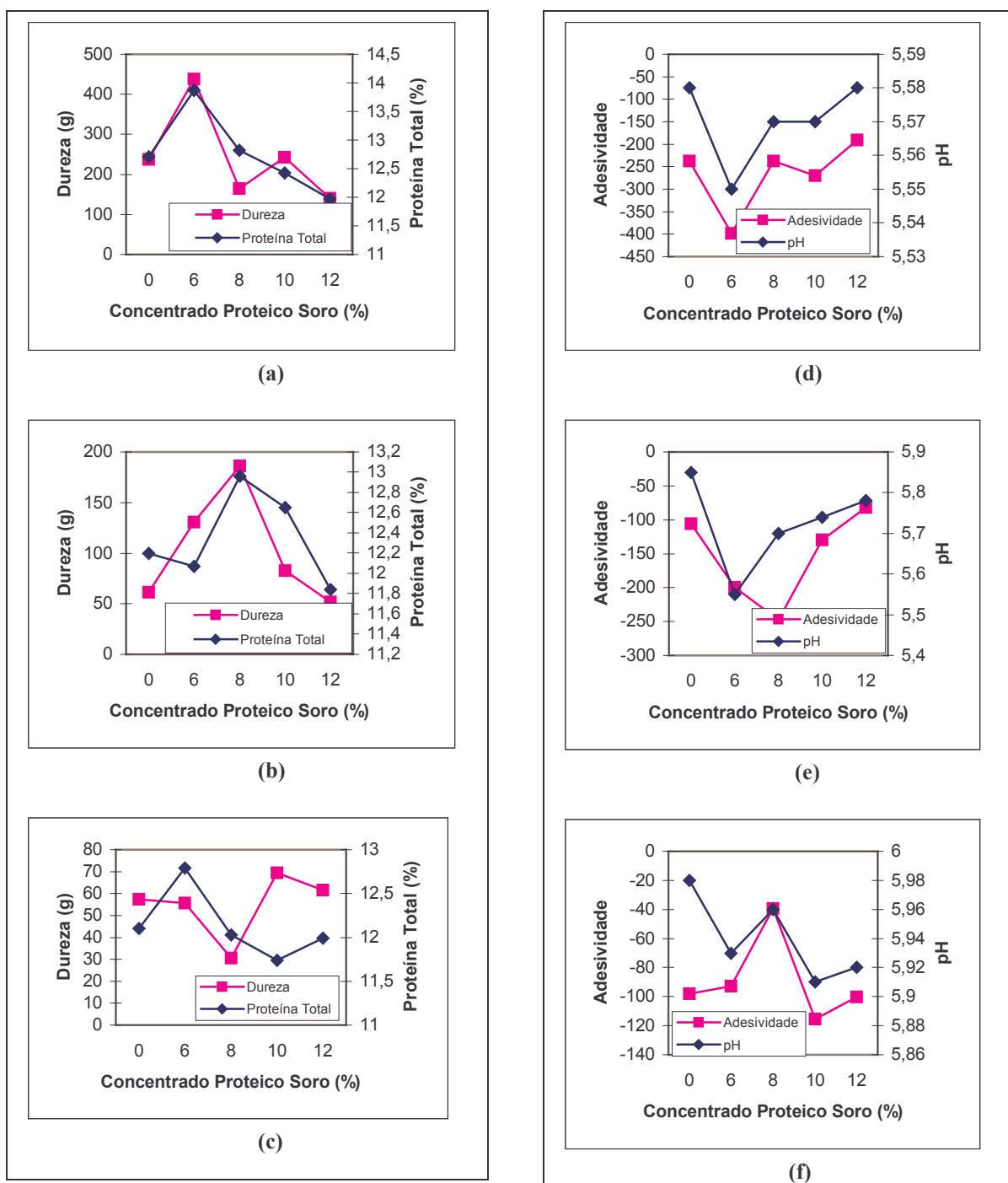
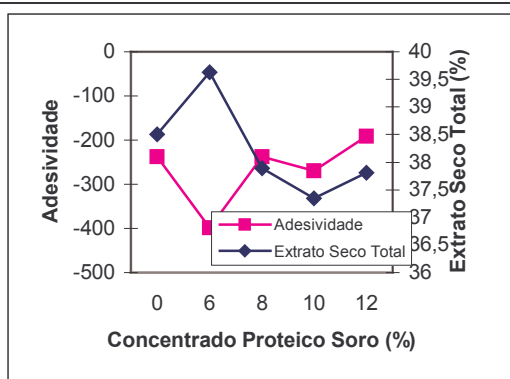


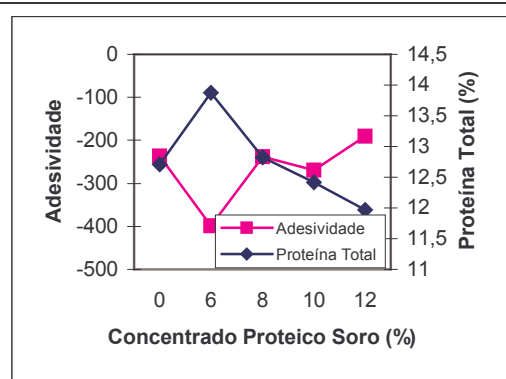
Figura 02. Relação entre textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com CPS com o teor de proteína total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e a adesividade com o pH (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.

Constata-se que o parâmetro de adesividade acompanha a evolução do pH, assumindo ambos valores mínimos no produto com 6% de concentrado protéico de soro e 1,5% de sal emulsificante (Figura 02d) e com 8% de concentrado protéico de soro e 2,0% de sal emulsificante (Figura 02e) e valores máximos no produto com 8% de concentrado protéico de soro e 2,5% de sal emulsificante (Figura 02f). Quando a adesividade é comparada ao teor de extrato seco total, ela assume valores opostos no produto com 6% de concentrado protéico de soro, mas tende a acompanhar os valores do extrato seco total nos demais níveis de concentrado protéico de soro avaliados, todos com 1,5% de sal emulsificante (Figura 03a), apresentando uma curva ascendente com valor máximo de adesividade quando o extrato seco total é mínimo no produto com 12% de concentrado protéico de soro e 2% de sal emulsificante (Figura 03b) e apresentando o máximo de adesividade no produto com 8% de concentrado protéico de soro e 2,5% de sal emulsificante, quando o teor de extrato seco total é mínimo no produto (Figura 03C).

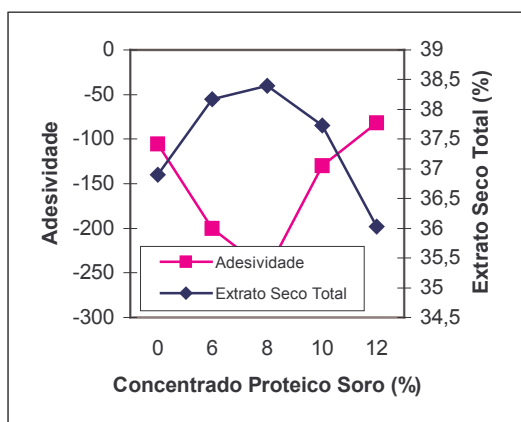
Observa-se que a adesividade depende do teor de proteína total. Quando o teor de proteína total aumenta no requeijão a adesividade no produto diminui e vice-versa, sendo estes valores máximos ou mínimos, respectivamente, no requeijão com 8% de concentrado protéico de soro e 2,0% de sal emulsificante (Figura 03e) e ocorrendo uma relação diretamente proporcional destes dois parâmetros de adesividade e proteína total, sendo máxima com 8% de CPS e mínima com 10% de CPS no nível de 2,5% de sal emulsificante (Figura 03f).



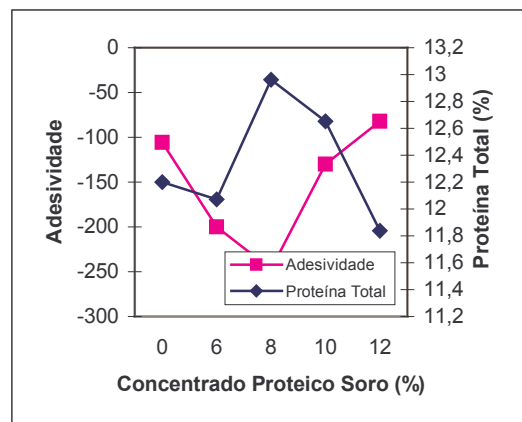
(a)



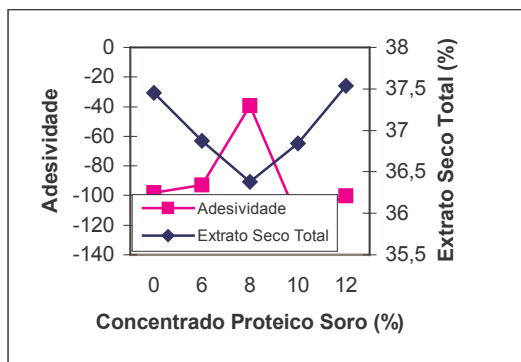
(d)



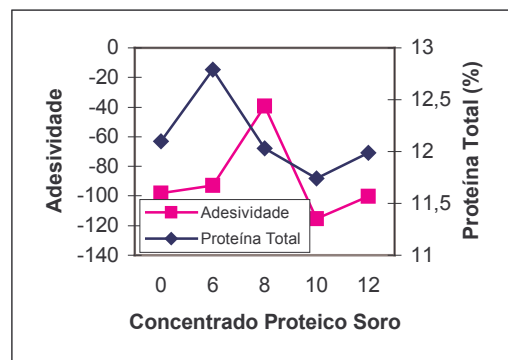
(b)



(e)



(c)



(f)

Figura 03. Relação entre textura instrumental de adesividade dos requeijões cremosos com CPS com o teor de extrato seco total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e proteína total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.

Na Figura 04 estão apresentados os resultados da relação entre textura instrumental de elasticidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro (CPS) com o pH e com o extrato seco total. A elasticidade tende a seguir a evolução do teor de extrato seco total dos produtos, sendo máxima no produto com 6% de CPS e 1,5% SE (Figura 04d), aumentando nos produtos até 8% CPS e a partir decrescendo nos produtos com 2,5%SE (Figura 04e) e mínima no produto com 8% CPS e 2,5% sal emulsificante. Existe uma relação direta entre a adesividade e o teor de proteína total dos requeijões, principalmente nos níveis de 1,5% de sal emulsificante no qual a proteína total e a adesividade assumem valores maiores nos níveis mais baixos de concentrado protéico de soro e decrescem com o aumento deste ingrediente no produto (Figura 05 a), e assumindo valores máximos no produto com 8% de CPS e 2,0% SE (Figura 05b).

Nas Figuras 05 e 06 constam a relação entre o parâmetro de textura instrumental de gomosidade com o pH, extrato seco total e teor de proteína total. Com o aumento do pH principalmente nos maiores níveis de adição de concentrado protéico de soro ocorre diminuição da gomosidade do produto, tanto a 1,5% quanto à 2,0% de sal emulsificante (SE) (Figura 05d,e), ao passo que com a gradativa redução do pH dos requeijões há um aumento na gomosidade nos maiores níveis de adição de concentrado protéico de soro com 2,5% de sal emulsificante (Figura 05f). A gomosidade possui um comportamento semelhante quando é relacionada com o extrato seco total e proteína total (Figura 06). No nível de 1,5% de SE assume valores mínimos nos maiores níveis de CPS, com 2,0% SE assume valores máximos de gomosidade nos níveis intermediários de uso de CPS e com 2,5% SE a gomosidade assume valores mínimos nos níveis intermediários de utilização de CPS (Figura 06).

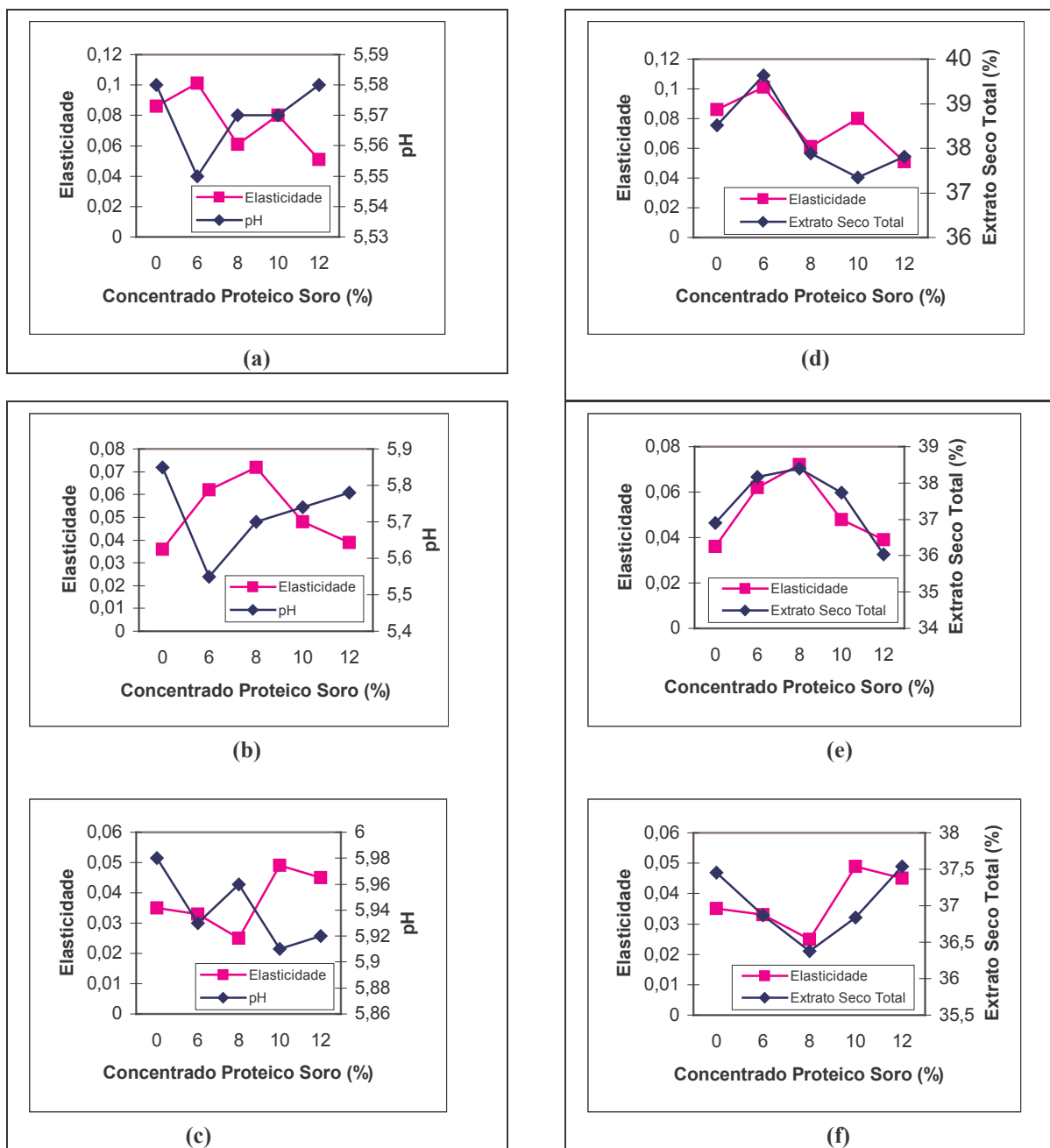


Figura 04. Relação entre textura instrumental de adesividade dos requeijões cremosos com CPS com o pH (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e extrato seco total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.

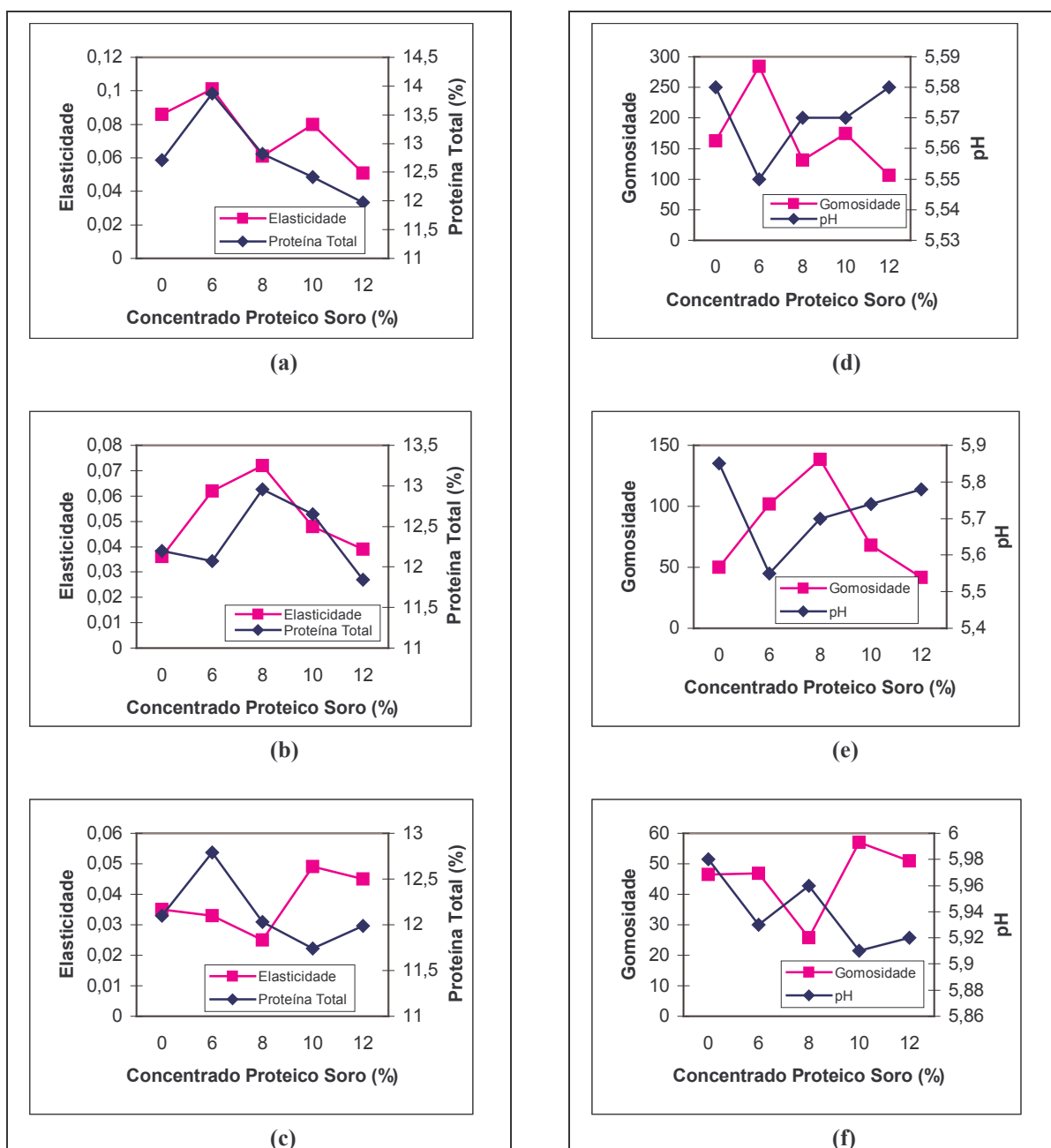


Figura 05. Relação entre textura instrumental de elasticidade dos requeijões cremosos com CPS com o teor de proteína total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e a gomosidade com o pH (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.

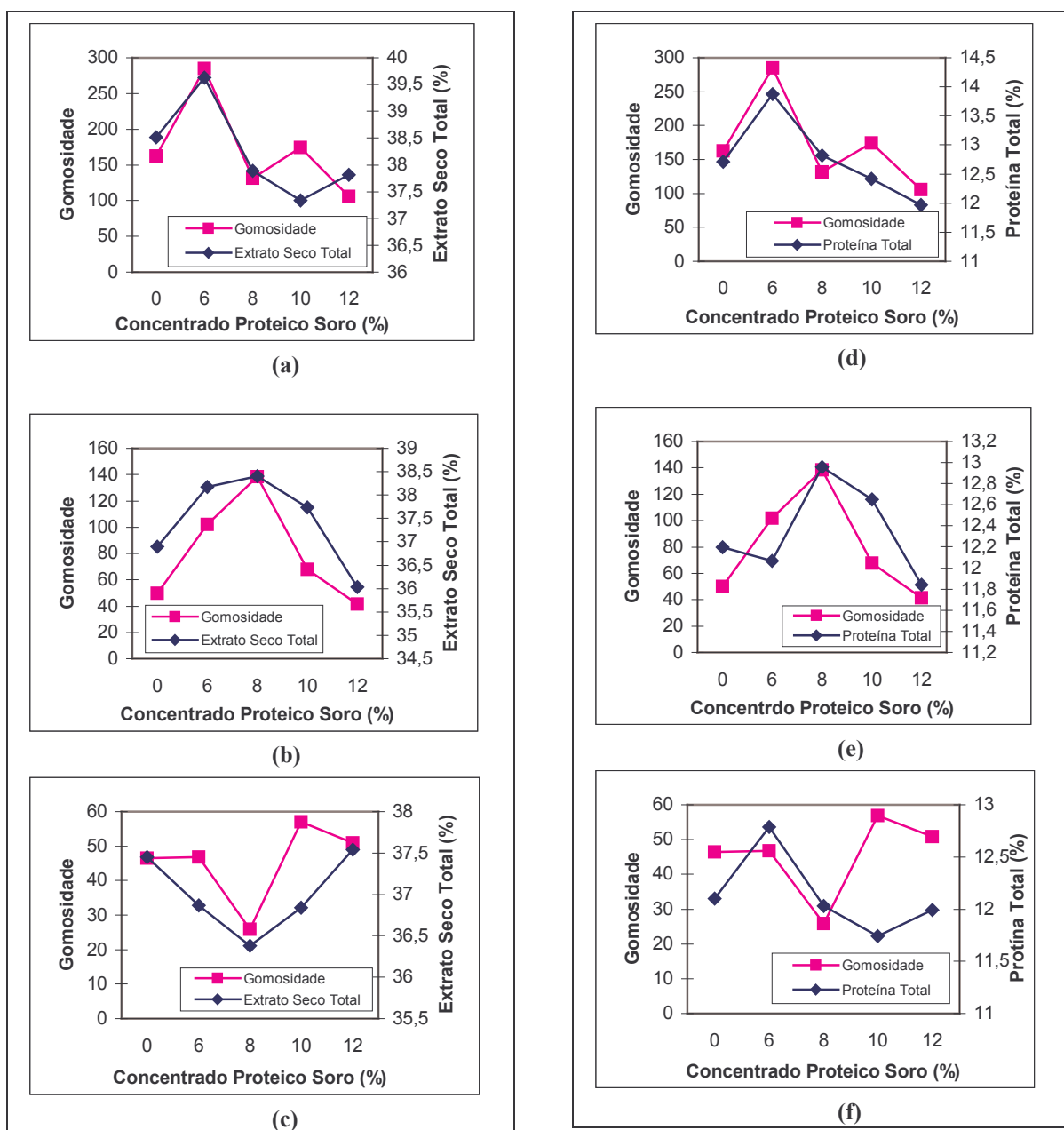


Figura 06. Relação entre textura instrumental de gomosidade dos requeijões cremosos com CPS com o teor de extrato seco total (a) 1,5% SE, (b) 2,0% SE e (c) 2,5% SE e o teor de proteína total (d) 1,5% SE, (e) 2,0% SE e (f) 2,5% SE.

3.5. Perfil de textura instrumental dos requeijões cremosos avaliados pela equipe sensorial por meio de Análise de Componentes Principais – ACP

Nas Figuras 07 e 08 estão apresentados o perfil de textura instrumental através de Análise de Componentes Principais – ACP dos quatro melhores requeijões cremosos avaliados pela equipe sensorial por meio do teste de aceitação.

A análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica de análise multivariada para simplificar e descrever interrelações entre variáveis múltiplas, a qual é realizada pela redução do tamanho das combinações lineares das variáveis originais. Na Figura 07 pode ser observado que as amostras de requeijão cinco e oito são mais adesivas e coesivas, ao passo que as amostras de requeijão nove e treze são mais gomosas e elásticas. Estes resultados são explicados por 89,75% da variabilidade entre as amostras pelo somatório da Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2). Ao ser obtida a Análise de Componentes Principais de CP1 e CP3 de 7,58%, é confirmada a adesividade e coesividade das amostras de requeijão cinco e oito, à amostra treze é mais gomosa e elástica e a amostra nove é mais dura, totalizando 97,33% da explicação da variabilidade entre as amostras (Figura 08).

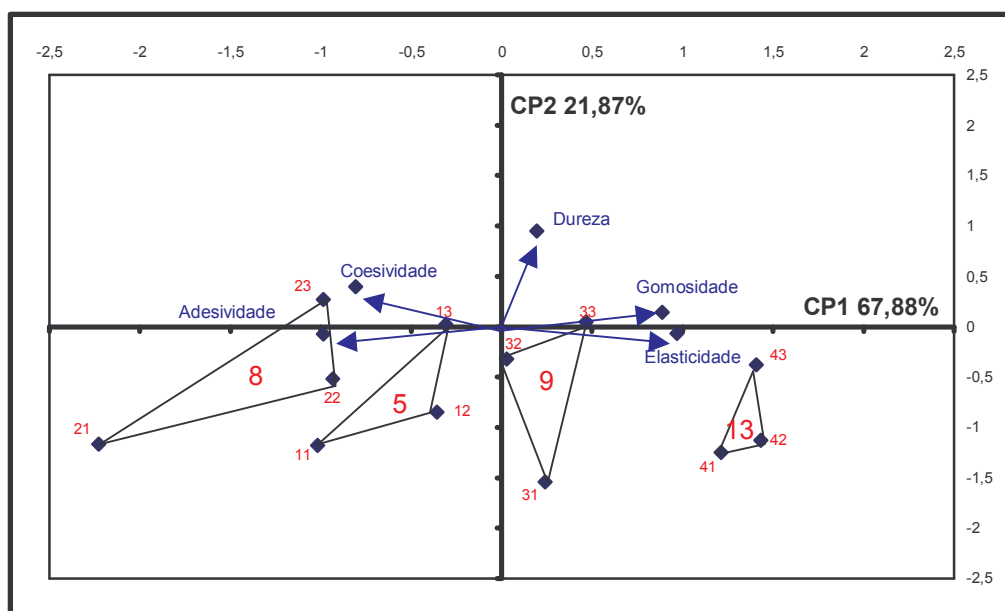


Figura 07. Representação gráfica dos parâmetros de textura instrumental (CP1 x CP2) das quatro amostras de requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

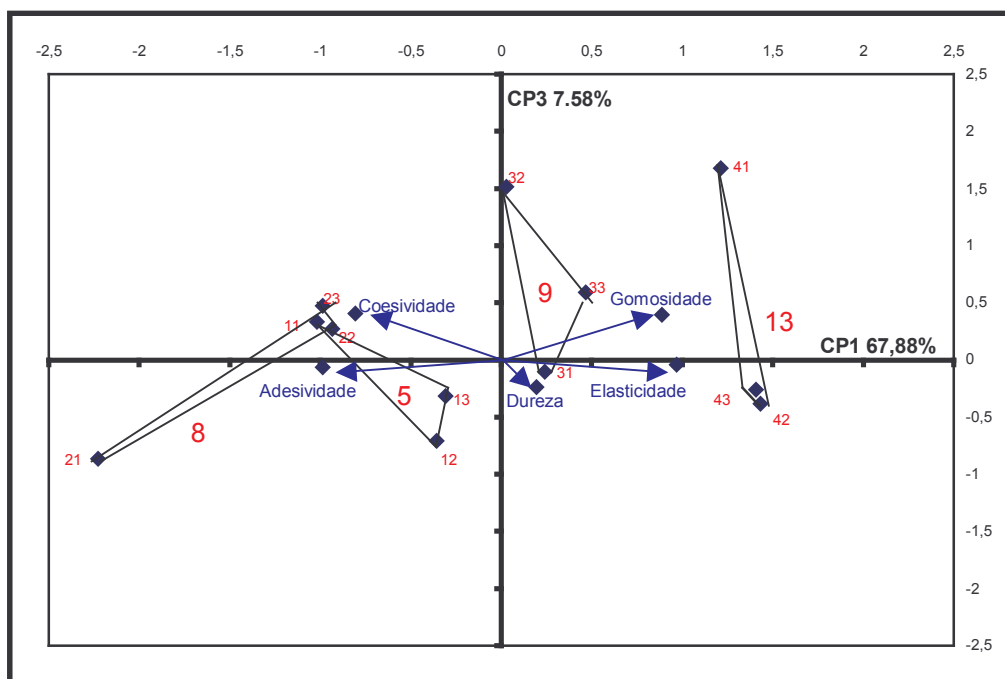


Figura 08. Representação gráfica dos parâmetros de textura instrumental (CP1 x CP3) das quatro amostras de requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

3.6. Análise da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos elaborados com diferentes níveis de concentrado protéico de soro

A caracterização da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos estão apresentados nas Figuras de 09 a 11. Na Figura 09 observa-se que o requeijão com adição de 6% de concentrado protéico de soro (CPS) foi o que apresentou maior dureza e gomosidade comparado aos demais parâmetros de textura instrumental e níveis de adição de CPS estudados, ao passo que foi aquele que obteve menor adesividade e menor fluxo de queijo (escorrimento). Os requeijões apresentaram parâmetro de elasticidade semelhante nos demais níveis de incorporação de 0, 8, 10 e 12% de concentrado protéico de soro.

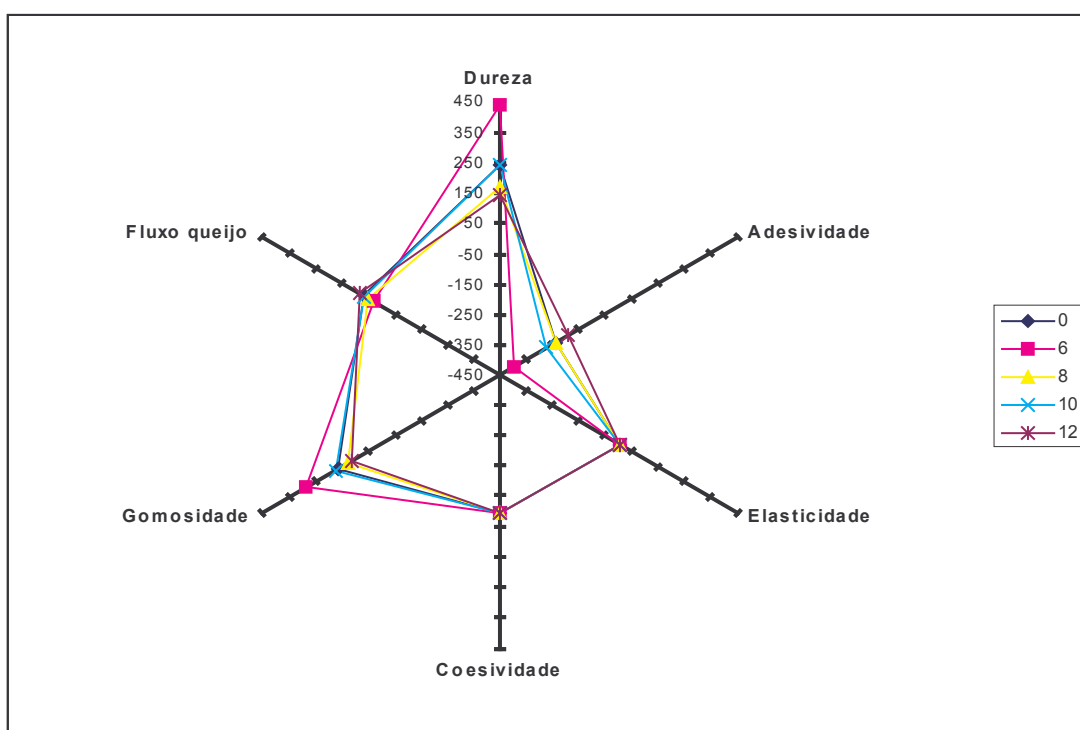


Figura 09. Caracterização da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos com 1,5% de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de adição de concentrado protéico de soro (CPS).

Na Figura 10 constam os resultados de textura instrumental e fluxo de queijo dos requeijões formulados com adição de 2,0% de sal emulsificante. Estes resultados foram

semelhantes nos parâmetros de elasticidade e coesividade e muito próximos nos parâmetros de gomosidade, adesividade, dureza e no fluxo de queijo em todos os cinco níveis de adição de concentrado protéico de soro, com exceção da adesividade no nível de 6% concentrado protéico de soro. Obteve-se também valores inferiores de dureza e gomosidade nos requeijões formulados com 2,0% de sal emulsificante comparado com aqueles com 1,5% de sal emulsificante.

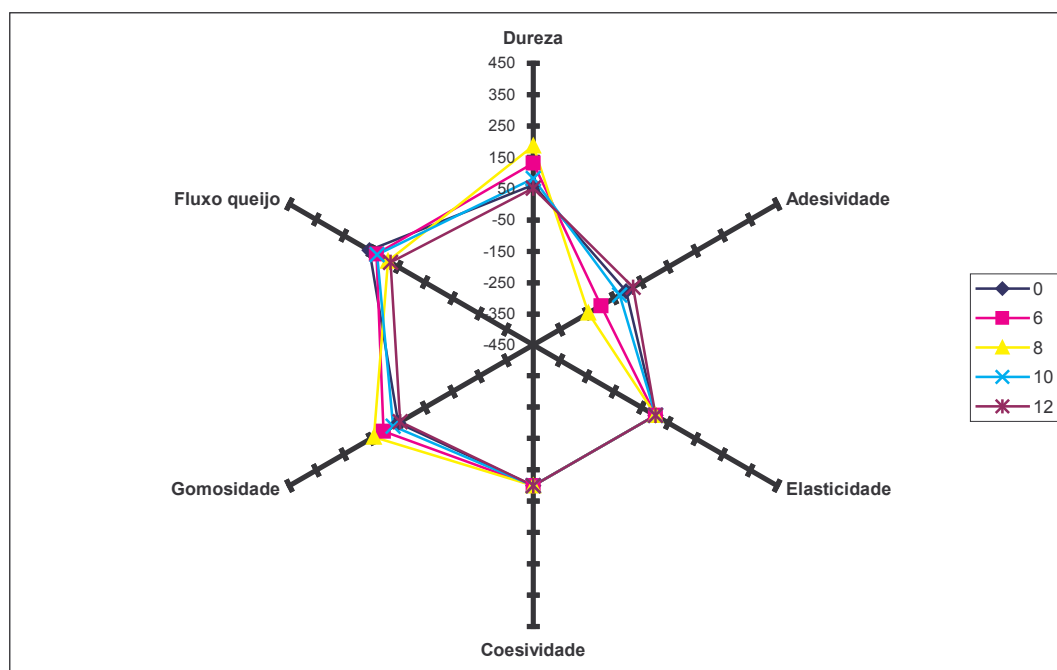


Figura 10. Caracterização da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos com 2,0% de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de adição de concentrado protéico de soro (CPS).

Os requeijões formulados com 2,5% de sal emulsificante apresentaram características de textura instrumental semelhantes aos requeijões elaborados com 2,0 de sal emulsificante. É importante enfatizar, especialmente com relação ao parâmetro de dureza, que todos os requeijões elaborados tanto com 2,0% e 2,5% de sal emulsificante apresentaram valor de dureza próximos de 50g, o que não ocorreu com os requeijões cremosos elaborados com 1,5% de sal emulsificante cujos valores máximos atingiram 450g de dureza, em especial o produto que foi elaborado com 6,% de concentrado protéico de soro (Figura 11).

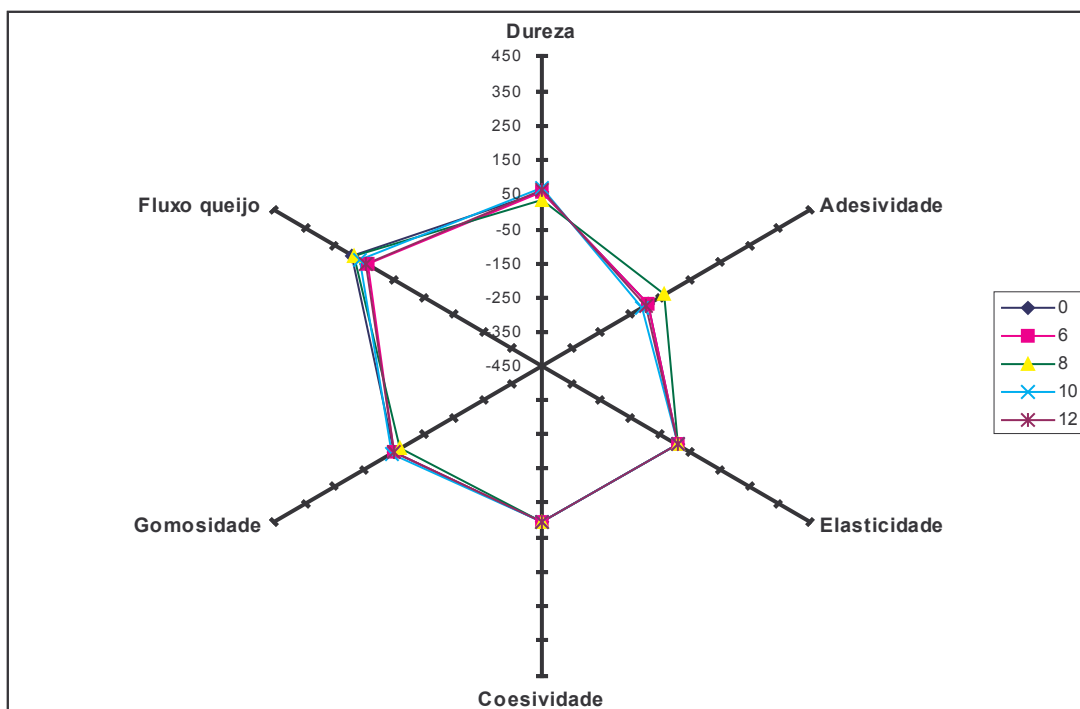


Tabela 11. Caracterização da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos com 2,5% de sal emulsificante (SE) e cinco níveis de adição de concentrado protéico de soro (CPS).

3.7. Análise da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos elaborados com diferentes níveis de sal emulsificante (SE)

Os resultados da textura instrumental e do fluxo de queijo dos requeijões cremosos elaborados com diferentes níveis de sal emulsificante constam nas Figuras 12 a 16. Observa-se na Figura 12 que o requeijão elaborado com 1,5% de sal emulsificante foi mais duro e mais gomoso comparado aos produtos fabricados com 2,0 e 2,5% de sal emulsificante, entretanto, foi menos adesivo e apresentou menor fluxo de queijo (escorrimento) em relação aos mesmos níveis citados. Os dois requeijões elaborados com 2,0 e 2,5% de sal emulsificante apresentaram características de textura instrumental semelhantes nos cinco parâmetros analisados assim como também no fluxo de queijo.

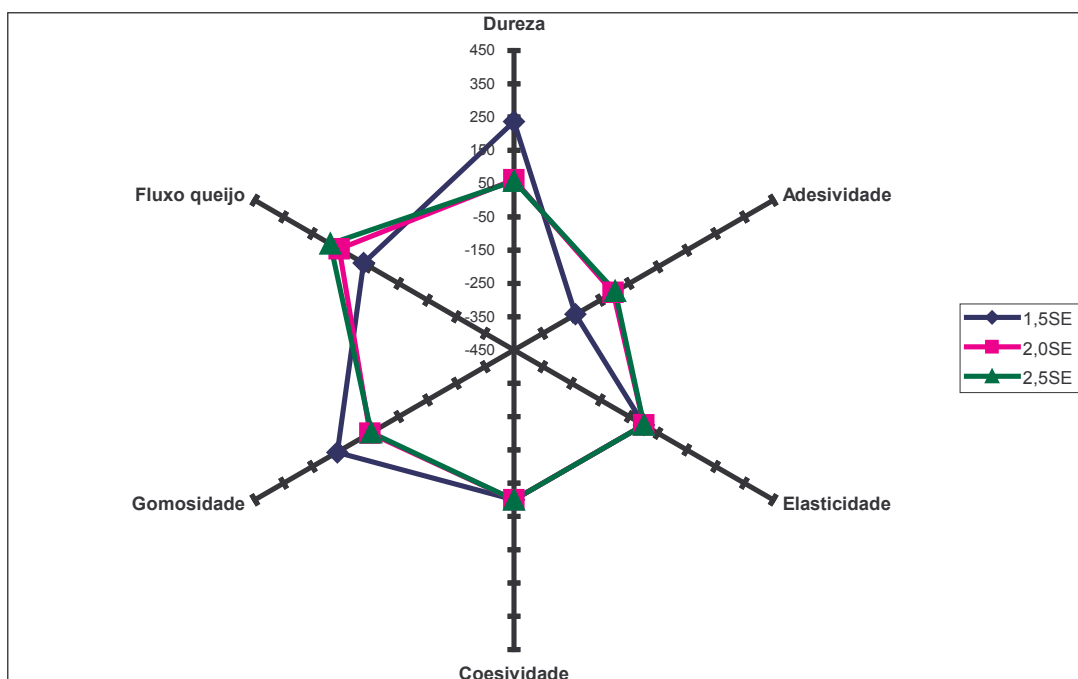


Figura 12. Característica de textura instrumental e fluxo de queijo dos requieijões elaborados sem adição de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE).

Comparando os dados dos requieijões elaborados com adição de 6,0% de concentrado protéico de soro observa-se que o produto com 1,5% de sal emulsificante apresentou dureza máxima na escala avaliada, foi mais gomoso e menos adesivo e com menor fluxo de queijo. Considerando que a dureza é o principal parâmetro de textura instrumental, e neste caso, era esperado que o produto mais duro (1,5% sal emulsificante) apresentasse o menor fluxo de queijo, cujo resultado ocorreu neste produto. Obteve-se valores intermediários de adesividade, gomosidade e dureza para o produto com 2,0% de sal emulsificante comparado aos níveis de 1,5 e 2,5% de SE. O produto com 2,5% de sal emulsificante foi mais adesivo porém menos duro e gomoso em relação aos outros dois produtos com 1,5 e 2,0% de SE (Figura 13).

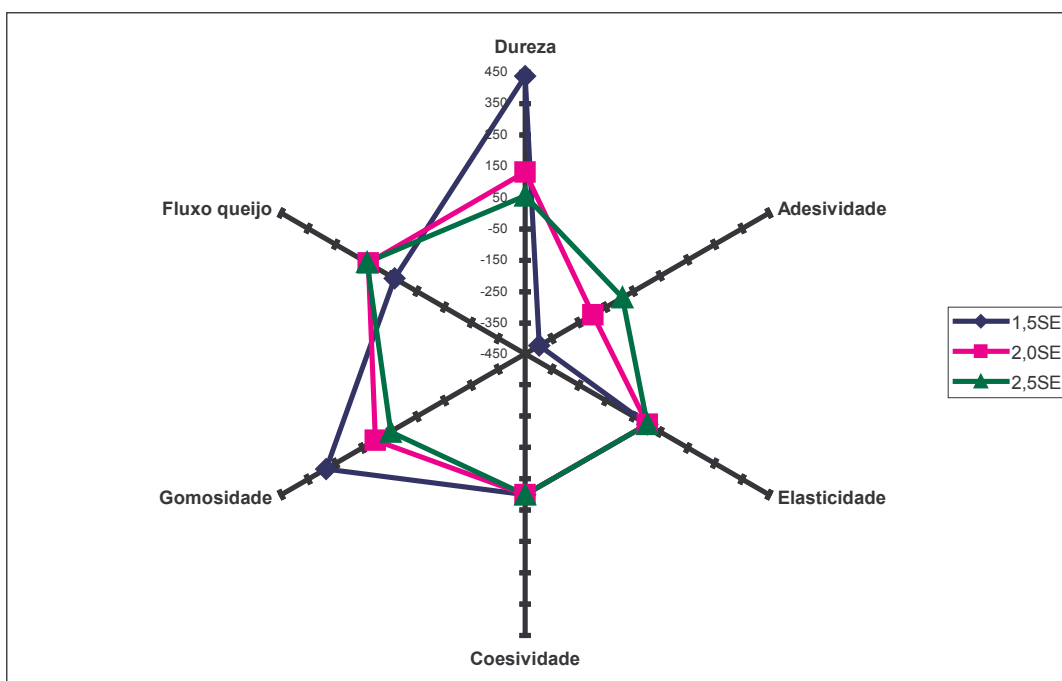


Figura 13. Característica de textura instrumental e fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 6,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE).

Na Figura 14 observa-se que o produto com 2,5% de sal emulsificante apresentou maior adesividade e fluxo de queijo porém, menor dureza e gomosidade comparado aos outros dois produtos estudados. Obteve-se valores de textura instrumental e fluxo de queijo semelhantes para os produtos elaborados com 1,5 e 2,0% de sal emulsificante.

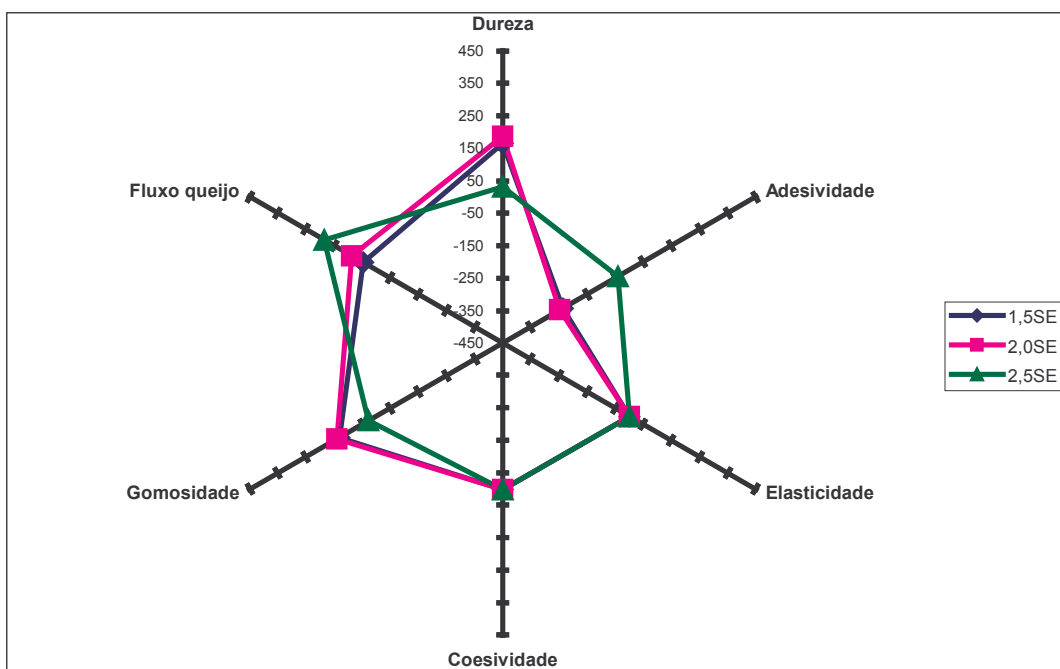


Figura 14. Característica de textura instrumental e fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 8,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE).

O produto obtido com 1,5% de sal emulsificante (8% CPS) teve maior dureza e gomosidade entretanto, apresentou menor adesividade e fluxo de queijo em relação aos produtos com 2,0 e 2,5% de sal emulsificante. O resultado obtido para este produto foi semelhante para o produto elaborado com o mesmo nível de sal emulsificante (1,5%) porém, sem adição de concentrado protéico de soro. Os produtos elaborados com 2,0 e 2,5% de sal emulsificante apresentaram valores de textura muito próximos entre si (Figura 15).

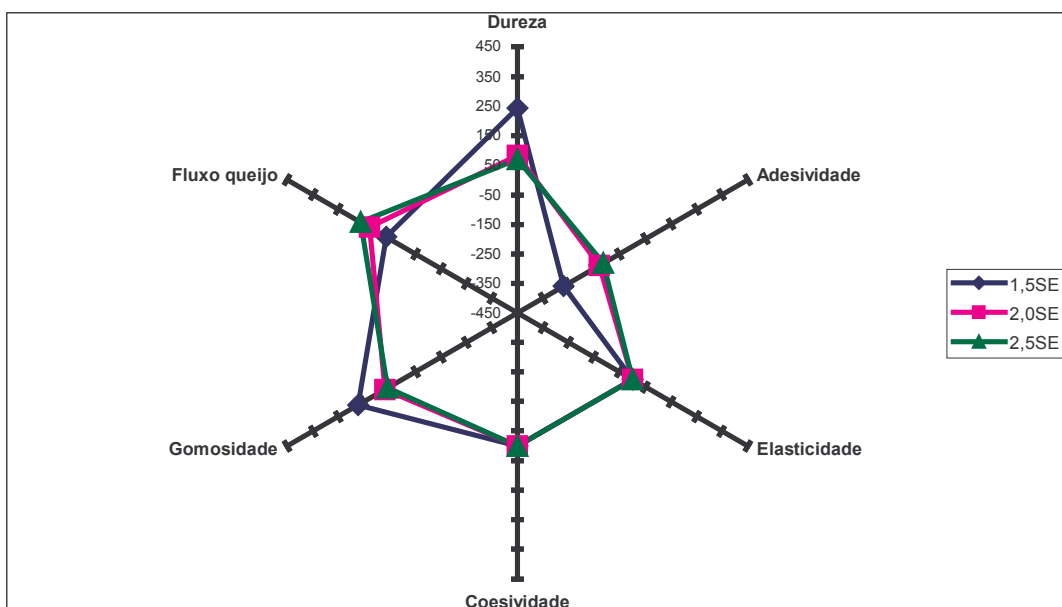


Figura 15. Característica de textura instrumental e fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 10,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE).

Na Figura 16 constam os resultados de parâmetros de textura instrumental dos requeijões cremosos elaborados com três níveis de sal emulsificante e um nível de concentrado protéico de soro. O produto com 1,5% de sal emulsificante foi o que apresentou maior dureza e gomosidade mas também menor adesividade. Os demais produtos apresentaram valores de textura muito parecidos entre si.

Constata-se que em geral os produtos elaborados com 1,5% de sal emulsificante apresentaram maiores valores de textura de dureza, maior gomosidade, menor adesividade e menor fluxo de queijo.

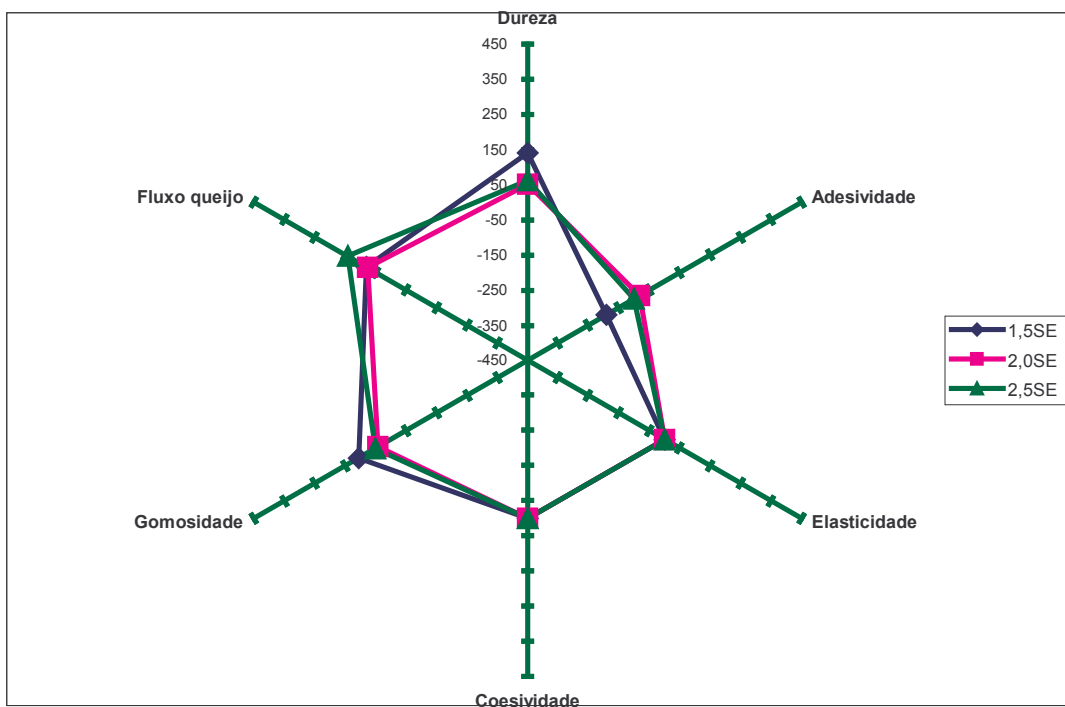


Figura 16. Característica de textura instrumental e fluxo de queijo dos requeijões elaborados com adição de 12,0% de concentrado protéico de soro (CPS) nos níveis de 1,5, 2,0 e 2,5% de sal emulsificante (SE).

4. CONCLUSÕES

- Os requeijões cremosos elaborados com concentrado protéico de soro apresentaram conteúdos médios de extrato seco total dentro ou muito próximos do requerido para este tipo de produto, entretanto, foram encontrados conteúdos superiores de proteína total comparado à requeijões comerciais.
- Com o aumento dos teores de sal emulsificante, os produtos apresentaram menor dureza, elasticidade e gomosidade e maior adesividade, enquanto que, com o aumento do concentrado protéico de soro os produtos tendem a ser menos duros e gomosos e mais adesivos.
- Com o aumento dos teores de sal emulsificante nos requeijões, aumentou a capacidade de derretimento, tornando os produtos menos viscosos, mas com o aumento do concentrado

protéico de soro nos produtos, houve tendência em diminuir o derretimento destes produtos, tornando-se mais viscosos.

- Pela Análise de Componentes Principais (ACP) as quatro amostras mais bem avaliadas pela equipe sensorial no teste de aceitação, apresentaram características de textura instrumental em que a amostra cinco e oito são mais adesivas e coesivas, ao passo que as amostras de requeijão nove e treze são mais gomosas e elásticas cujos resultados são explicados por 97,33% da variabilidade entre as amostras.

- O parâmetro de dureza instrumental foi o principal parâmetro de textura. O produto mais duro (6,0% de concentrado protéico de soro e 1,5% sal emulsificante) apresentou o menor fluxo de queijo.

- Os produtos elaborados com 1,5% de sal emulsificante, apresentaram maior dureza, maior gomosidade, menor adesividade e menor fluxo de queijo, medidos instrumentalmente, independente do nível de adição de concentrado protéico de soro.

- Os produtos elaborados com 2,0 e 2,5% de sal emulsificante apresentaram valores de textura instrumental muito próximos entre si, independente do nível de adição de concentrado protéico de soro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., **Assoc. Official Analytical Chemists**, 1995. v.1.

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., **Assoc. Official Analytical Chemists**, 1995. v.2.

BENEDITO, J.; GONZALEZ, R.; ROSSELÓ, C.; MULET, A. Instrumental and expert assesment of Mahon cheese texture. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 7, p. 1170-1174, 2000.

CREAMER, L. K.; OLSON, N. Rheological evaluation of maturing cheddar cheese. **Journal of Food Science**, v. 47, n. 2, p. 631-636, 1982.

DRAKE, M. A.; TRUONG, V. D.; DAUBERT, C. R. Rheological and sensory properties of reduced-fat processed cheeses containing lecithin. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 4, p. 744-747, 1999.

GIGANTE, M. L. **Requeijão cremoso obtido por ultrafiltração de leite pré-acidificado adicionado de concentrado protéico de soro**. Campinas, 1998. 122p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

GWARTNEY, E. A.; FOEGEDING, E. A.; LARICK, D. K. The texture of commercial full-fat and reduced-fat cheese. **Journal of Food Science**, v 67, n. 2, p. 812-816, 2002.

HARPER, W. J.; SEIBERLING, D. A. **General processing for manufactured products**. In: **HARPER, W. J.; HALL, C. W.** (Ed.) Dairy technology and engineering, Wesport: AVI, 1976. Cap. 5, p. 185-212.

OLSON, N. F.; PRICE, W. V. A melting test for pasteurized process cheese spreads. **Journal of Dairy Science**, v. 41, n. 7, p. 999-1000, 1958.

PEREIRA, R. B.; SINGH, H.; MUNRO, P. A.; LUCKMAN, M. S. Sensory and instrumental textural characteristics of acid milk gels. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 655-667, 2003.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. Campinas, 1997. 144p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

ROSENTHAL, A. J. **Food texture measurement and perception**. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publication, 1999, 305p.

SAS. **User's guide: statistics**. Version 6^o edition. Sas Inst.Inc. Cary. NC, 1989.

SILVA, A. T. **Fabricação de requeijão cremoso e de requeijão cremoso “light” a partir de retentado de ultrafiltração acidificado por fermentação ou adição de ácido láctico**. 2003. 237p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas.

TRUONG, V. D.; DAUBERT, C. R.; DRAKE, M. A.; BAXTER, S. R. Vane Rheometry for textural characterization of cheddar cheeses: correlation with other instrumental and sensory measurements. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v. 35, p. 305-314, 2002.

6. ANEXO A

Tabela 08. Ultrafiltração de Soro de Queijo

Matéria-Prima Permeado de Ultrafiltração		Condição de Operação do processamento			Membrana de Ultrafiltração		
Volume inicial (Kg)	pH	T (°C)		ΔP (bar)		Volume de permeado (Kg)	Volume de concentrado obtido (Kg)
150,00						136,860	9,560

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
00:00:00 (Início 09:43 hs)	-	-				
00:05:00	3,37	3,37	1,0230	1,9	2,4	54
00:10:00	2,755	6,125	1,0426	1,9	2,4	54
00:15:00	2,545	8,67	1,0613	1,9	2,4	52
00:20:00	2,37	11,04	1,0794	1,9	2,4	52
00:25:00	2,345	13,385	1,0980	1,9	2,4	51
00:30:00	2,315	15,7	1,1169	1,9	2,4	52
00:35:00	2,26	17,96	1,1360	1,9	2,4	52
00:40:00	2,225	20,185	1,1555	1,9	2,4	52
00:45:00	2,18	22,365	1,1752	1,9	2,4	52
00:51:00	2,55	24,915	1,1992	1,9	2,4	52
00:55:00	1,685	26,6	1,2155	1,9	2,4	52
01:00:00	2,065	28,665	1,2362	1,9	2,4	52
01:05:00	2,03	30,695	1,2573	1,9	2,4	52
01:10:00	2,01	32,705	1,2788	1,9	2,4	53
01:15:00	1,985	34,69	1,3008	1,9	2,4	52,5
01:20:00	1,96	36,65	1,3233	1,9	2,4	52,5
01:25:00	1,945	38,595	1,3464	1,9	2,4	52
01:30:00	1,92	40,515	1,3700	1,9	2,4	52
01:36:00	1,905	42,42	1,3943	1,9	2,4	52
01:40:00	1,91	44,33	1,4195	1,9	2,4	52
01:45:00	1,875	46,205	1,4451	1,9	2,4	52
01:50:00	1,85	48,055	1,4714	1,9	2,4	51,5
01:55:00	1,86	49,915	1,4987	1,9	2,4	51,5
02:00:00	1,825	51,74	1,5266	1,9	2,4	51,5
02:05:00	1,8	53,54	1,5550	1,9	2,4	52

Tabela 08. Ultrafiltração de Soro de Queijo (Continuação)

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
02:10:00	1,885	55,425	1,5860	1,9	2,4	52
02:15:00	1,73	57,155	1,6156	1,9	2,4	52
02:20:00	1,775	58,93	1,6471	1,9	2,4	52
02:25:00	1,77	60,7	1,6797	1,9	2,4	52,5
02:30:00	1,765	62,465	1,7136	1,9	2,4	52,5
02:35:00	1,74	64,205	1,7483	1,9	2,4	52,5
02:41:00	1,74	65,945	1,7845	1,9	2,4	53
02:45:00	1,715	67,66	1,8217	1,9	2,4	53
02:50:00	1,715	69,375	1,8605	1,9	2,4	53
02:56:00	2,045	71,42	1,9089	1,9	2,4	53
03:00:00	1,365	72,785	1,9426	1,9	2,4	53
03:05:00	1,66	74,445	1,9853	1,9	2,4	52,5
03:10:00	1,64	76,085	2,0293	1,9	2,4	52
03:15:00	1,62	77,705	2,0748	1,9	2,4	52
03:20:00	1,605	79,31	2,1219	1,9	2,4	52
03:25:00	1,58	80,89	2,1704	1,9	2,4	52
03:30:00	1,565	82,455	2,2207	1,9	2,4	52
03:35:00	1,565	84,02	2,2734	1,9	2,4	52
03:41:00	1,875	85,895	2,3399	1,9	2,4	52
03:45:00	1,265	87,16	2,3870	1,9	2,4	52
03:50:00	1,615	88,775	2,4500	1,9	2,4	52
03:55:00	1,62	90,395	2,5166	1,9	2,4	52,5
04:00:00	1,61	92,005	2,5864	1,9	2,4	53
04:05:00	1,61	93,615	2,6603	1,9	2,4	52,5
04:11:00	1,6	95,215	2,7380	1,9	2,4	52
04:15:00	1,59	96,805	2,8198	1,9	2,4	51,5
04:20:00	1,545	98,35	2,9042	1,9	2,4	51
04:25:00	1,52	99,87	2,9922	1,9	2,4	51,5
04:31:00	1,495	101,365	3,0842	1,9	2,4	51,5
04:36:00	1,77	103,135	3,2007	1,9	2,4	52
04:40:00	1,265	104,4	3,2895	1,9	2,4	52
04:45:00	1,35	105,75	3,3898	1,9	2,4	52
04:50:00	1,45	107,2	3,5047	1,9	2,4	52
04:55:00	1,46	108,66	3,6284	1,9	2,4	52
05:00:00	1,46	110,12	3,7613	1,9	2,4	52
05:05:00	1,455	111,575	3,9037	1,9	2,4	53
05:10:00	1,45	113,025	4,0568	1,9	2,4	53
05:15:00	1,43	114,455	4,2200	1,9	2,4	53,5

Tabela 08. Ultrafiltração de Soro de Queijo (Continuação)

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
05:20:00	1,405	115,86	4,3937	1,9	2,4	52
05:25:00	1,555	117,415	4,6033	1,9	2,4	52
05:30:00	1,135	118,55	4,7695	1,9	2,4	51
05:35:00	1,365	119,915	4,9859	1,9	2,4	52
05:40:00	1,23	121,145	5,1984	1,9	2,4	52
05:45:00	1,25	122,395	5,4338	1,9	2,4	52
05:50:00	1,24	123,635	5,6894	1,9	2,4	52
05:55:00	1,265	124,9	5,9761	1,9	2,4	53
06:00:00	1,265	126,165	6,2933	1,9	2,4	53
06:05:00	1,26	127,425	6,6445	1,9	2,4	53
06:10:00	1,235	128,66	7,0290	1,9	2,4	53
06:15:00	1,24	129,9	7,4627	1,9	2,4	53
06:20:00	1,21	131,11	7,9407	1,9	2,4	53
06:25:00	1,205	132,315	8,4818	1,9	2,4	53
06:30:00	1,145	133,46	9,0689	1,9	2,4	53
06:35:00	1,1	134,56	9,7150	1,9	2,4	53
06:46:00	2,3	136,86	11,4155	1,9	2,4	53
TOTAL		136,860	11,4155			

Fc = (Volume inicial de soro – Volume total parcial acumulado)/Volume inicial de soro

CAPITULO 7

PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL E SENSORIAL DE REQUEIJÕES CREMOSOS ELABORADOS COM CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO

RESUMO

O requeijão cremoso é fabricado com a incorporação de ingredientes como massa coagulada de queijo recém obtida, massa de queijos, leite em pó como fonte de melhoria de sólidos totais, manteiga e creme como fonte de gordura, cloreto de sódio, sal emulsificante, concentrado protéico de soro e água que frequentemente proporcionam diferentes características de textura e qualidade sensorial. Defeitos típicos de textura incluem excessiva dureza e textura borrachenta. A textura e os atributos sensoriais são parâmetros importantes que afetam a aceitação do requeijão cremoso, sendo reconhecidos como parâmetros que determinam a qualidade e identidade dos queijos. Neste trabalho foi usada a técnica de planejamento experimental e metodologia de superfície de resposta para avaliar o efeito da incorporação de diferentes níveis de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração e de sal emulsificante sobre as respostas de textura instrumental e sensorial de requeijões cremosos. O planejamento experimental consistiu de quatro ensaios, quatro pontos axiais e quatro pontos centrais, totalizando 12 ensaios. Obteve-se o parâmetro de dureza que variou entre 162,46g no ensaio 11 (10% de concentrado protéico de soro e 2% de sal emulsificante) e 185,60g no ensaio 05 (7,2% de concentrado protéico de soro e 2% de sal emulsificante). Para a adesividade obteve-se valores entre -1427,00g.s. para o ensaio 05 e -273,31g.s. para o ensaio 04. A elasticidade variou entre 0,01 no ensaio 04 e 0,14 no ensaio 05. Foram obtidos valores de gomosidade entre 105,00 no ensaio 05 e 331,39 no ensaio 07. Observou-se que no parâmetro de cremosidade os valores variaram entre 2,22 no ensaio 05 (7,2% de concentrado protéico de soro e 2% de sal emulsificante) e 7,98 no ensaio 04 (12,0% de concentrado protéico de soro e 2,5% de sal emulsificante). Para a pastosidade obteve-se valores entre 3,84 para o ensaio 05 e 7,74 para o ensaio 04. A espalhabilidade variou entre 1,97 no ensaio 05 e 0,14 no ensaio 05. Com base nos

resultados satisfatórios da análise de variância ANOVA, todos os parâmetros de textura instrumental e atributos sensoriais apresentaram resultados significativos, com exceção da coesividade que foi analisado de forma diferenciada, comparado com os dados físico-químicos obtidos dos requeijões. As condições de processo em que se obteve as melhores notas de textura sensorial comparado aos parâmetros de textura instrumental, se situaram em média entre a utilização de 10 à 12% de concentrado protéico de soro e 2,0 à 2,6% de sal emulsificante.

CHAPTER 7

INSTRUMENTAL AND SENSORIAL TEXTURE PROFILE OF REQUEIJÕES CREMOSOS MANUFACTURED WITH WHEY PROTEIN CONCENTRATE OBTAINED BY ULTRAFILTRATION

SUMMARY

“Requeijão cremoso” is manufactured with incorporation of ingredients like soft coagulated cheese paste, cheese paste, milk powder as source improvement of dry matter, butter and milk cream as fat source, salt, melting salts, whey protein concentrate and water currently provide different texture characteristics and sensory quality. Typic defects of texture including excessive texture and rubbery texture. Texture and sensorial attributes are important properties that affect acceptance of “requeijão cremoso” and, being recognized as parameters that determine the quality and identity of cheeses. In this work was used of statistical methods of experimental design and response surface methodology to evaluate the effects of the incorporation of different levels of whey protein concentrate obtained by ultrafiltration and different levels emulsifying salts on the sensorial and instrumental texture response of the “requeijões cremosos”. The experimental design included four assay, four axis point and four centre points, resulting in 12 experimental runs. Obtained the results of instrumental texture firmness between 162,46g in assay 11 (10% whey protein concentrate and 2% emulsifying salt) and 185,60g in assay 05 (7,2% whey protein concentrate and 2% emulsifying salt). Adhesiveness value was between -1427,00g.s. in assay 05 and -273,31g.s. in assay 04. Resilience value varied between 0,01 in assay 04 e 0,14 in assay 05. Gumminess value varied between 105,00 in assay 05 and 331,39 in assay 07. Sensorial parameter of creaminess value varied between 2,22 in assay 05 (7,2% whey protein concentrate and 2% emulsifying salt) e 7,98 in assay 04 (12,0% whey protein concentrate and 2,5% emulsifying salt). Sensorial parameter of pastosity value varied between 3,84 in assay 05 e 7,74 in assay 04. Spreadability value varied between 1,97 in assay 05 e 0,14 in assay 05. Based in satisfactory results of analysis of variance (ANOVA) whole instrumental texture and sensorial attributes of texture presented statistical significance exception coesiviness, that was analised alternative form, compared with chemicalphysical parameters. The process conditions into obtained better grade of sensorial

texture compared with instrumental texture parameters, situated average between use 10 à 12% of whey protein concentrate and 2,0 à 2,6% emulsifying salt.

1.INTRODUÇÃO

O requeijão cremoso é um tipo de queijo fundido cremoso, obtido por fusão de uma massa de coalhada dessorada e lavada obtida por coagulação ácida ou enzimática, com adição de creme de leite ou manteiga, gordura anidra de leite ou butter oil (LERAYER et al, 1998; GARRUTI et al, 2003), com teor reduzido de gordura (GWARTNEY et al, 2002), com uso de emulsificantes como a lícitina (DRAKE et al, 1999). De acordo com LEE et al (2003) queijo processado é um versátil composto sistema de gel que pode ser elaborado pelo simples uso de ingredientes como queijo, água e sais emulsificantes ou um composto mais complexo que inclui o uso de diferentes tipos de proteínas, gorduras, gomas, estabilizantes, flavorizantes, umectantes e adição de minerais.

O planejamento experimental e metodologia de superfície de resposta é uma efetiva ferramenta regularmente usada para estudar e separar efeitos interativos de sistemas de fatores sobre uma determinada resposta estudada (ALIZADEH et al, 2005). ARTEAGA et al (1994) cita que a metodologia de superfície de resposta é presentemente a técnica mais popular em ciência de alimentos para estudos de otimização devido à sua teoria compreensiva, alta eficiência e simplicidade. Recentemente, no Brasil, vários são os trabalhos que utilizaram esta técnica de estudos de otimização na área de alimentos. ALIZADEH et al (2005) realizaram estudos de otimização de qualidade sensorial do queijo branco salgado iraniano utilizando a metodologia de superfície de resposta.

ELLEKJAER et al (1996) empregaram o planejamento experimental e análise multivariada para avaliar o efeito de sete diferentes ingredientes ou fatores de processamento sobre a qualidade sensorial de amostras de queijo processado. Analisando o efeito de diferentes fatores para cada atributo sensorial separadamente, revelou que o conteúdo de matéria seca do queijo processado tinha efeito significativo sobre a maioria dos atributos sensoriais. O pH e a taxa de maturação também tinham substancial efeito sobre determinado número de atributos sensoriais. Todos os três fatores afetaram a dureza. O conteúdo de matéria seca exerceu um efeito sobre a aparência lisa, adesividade, derretimento e granulosidade dos queijos processados. Os autores ainda descrevem que os três primeiros Componentes Principais descreveram 74,8% da variação sensorial entre as amostras dos queijos processados.

Neste trabalho foi usada a técnica de planejamento experimental e metodologia de superfície de resposta para avaliar o efeito da incorporação de diferentes níveis de concentrado protéico de soro obtido por ultrafiltração e de sal emulsificante sobre as respostas de textura instrumental e sensorial de requeijões cremosos

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção da matéria-prima

O leite desnatado, a massa coagulada (MC), o soro de queijo, além da manteiga (MA), foram obtidos na própria unidade de processamento de laticínios em que foram fabricados os requeijões cremosos estudados.

2.2. Obtenção do concentrado protéico de soro

Para realizar a ultrafiltração foi utilizado o próprio soro obtido da precipitação da massa coagulada. O soro foi separado, pasteurizado, acondicionado em latões de 50 litros e guardado em câmara de resfriamento à 5⁰C até o seu uso. Antes do início da ultrafiltração o soro foi previamente aquecido a 54⁰C. O concentrado protéico de soro (CPS) foi obtido à partir da ultrafiltração de 150 litros de soro. em uma unidade piloto de ultrafiltração adaptada para uso em membrana Carbosep minerais de PM (Peso Molecular) de corte de 20000 Daltons, a 55⁰C, pressão de entrada 2,4 Kg/cm² e saída de 1,5 Kg/cm². No processo de ultrafiltração do soro o fator final de concentração obtido foi de FC 1:10,44 (Tabela 16). O concentrado protéico de soro (CPS) foi imediatamente pesado e resfriado em água gelada até atingir 5⁰C e então guardado em câmara de resfriamento a 5⁰C até o seu uso.

2.3. Procedimento de cálculo das formulações

Para realizar o balanço de constituintes das formulações, foram obtidos a percentagem de sólidos totais e gordura da massa coagulada e concentrado protéico de soro, e gordura da manteiga.

Para conhecer a quantidade de água condensada e incorporada ao requeijão, partiu-se de um volume conhecido operando-se a máquina de fusão nas mesmas condições

dos processamentos e, por diferença, realizada a pesagem do volume final obtido. As formulações constam na Tabela 15.

2.4. Processo de fabricação dos requeijões

2.4.1. Fabricação da manteiga

Para fabricação da manteiga foi utilizado creme com cinco dias da sua obtenção, batido em um tacho em aço inox da marca Parmamec, modelo Tace, com capacidade para 1000 litros, dotado de sistema de injeção direta de vapor. Após retirada e lavagem do leiteiro, a manteiga foi acondicionada em baldes plásticos em PVC previamente sanitizados e guardada em câmara de resfriamento a 5°C até o seu uso.

2.4.2. Preparo da massa coagulada

Para preparo da massa coagulada empregou-se leite desnatado em um tanque de coagulação, em aço inox da marca Biasinox, com capacidade para 2470 litros, dotado de agitador e sistema de aquecimento e resfriamento.

O processo de precipitação foi realizado com a adição de 11,0 litros de ácido láctico de padrão alimentar com 85% pureza (diluído na proporção de 1:1, ácido láctico:água) e 750 ml de cloreto de cálcio (diluído na proporção de 1:1, cloreto de cálcio:água), em relação ao volume 2000 litros de leite aquecido à uma temperatura de 48°C. A massa coagulada, após ter sido separado do soro, foi lavada sucessivamente até a acidez da água do último enxágue atingir 2^oDornic.

Para obter uma massa coagulada com maior extrato seco total foi retirado a maior quantidade possível de soro, acondicionando-se a mesma em sacos de polietileno, dispostos sobre um estrado, dentro de baldes plásticos com capacidade de 20 kg, previamente sanitizados. A massa permaneceu por um período de aproximadamente dois dias para escoamento do soro, em câmara de resfriamento a 5°C, sendo após este período coletado amostra para determinação das análises físico-químicas.

2.4.3. Fabricação e envase dos requeijões cremosos

Os requeijões cremosos foram fabricados em uma máquina homogeneizadora-trituradora Biasinox, modelo 5690, com capacidade para 56 kg, com controle de velocidade de agitação, aquecimento por injeção direta de vapor e filtro de linha para produção de vapor sanitário. O processo de fusão foi realizado em duas etapas de cozimento. Na primeira etapa de cozimento foram transferidas para a máquina homogeneizadora/trituradora, a massa coagulada, o cloreto de sódio, o sal emulsificante à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10, produzido pela Germinal e água, à temperatura de fusão de 90°C/3 minutos. Para controle da temperatura, a válvula de vapor foi controlada manualmente até atingir a temperatura e tempo desejados. Na segunda etapa de cozimento, foram adicionados o CPS e a manteiga, mantendo-se o processo à temperatura de 85°C/2 minutos. Em seguida, os requeijões foram retirados da máquina de fusão e envasados em copos plásticos à quente com capacidade de 500g. Os copos foram selados em envasadora mecânica DMOM Máquinas, modelo DMS 4000, com capacidade de envase de 1600 potes por hora, acondicionados em caixas de papelão com capacidade de 24 copos e armazenadas em câmara de resfriamento a 5°C.

2.5. Amostragem e acondicionamento do produto

Amostras de leite, massa coagulada, soro, concentrado protéico de soro e manteiga, foram coletadas logo após sua obtenção em frascos de vidro com capacidade de 250 ml, com três repetições cada, duas congeladas e uma resfriada a 5°C, imediatamente após o acondicionamento nos frascos.

As amostras de requeijões foram coletadas e separadas das caixas de papelão onde estavam acondicionados os potes plásticos de cada processamento, após cinco dias de armazenamento a 5°C. Foram separados quatro potes de cada processamento para determinação das análises físico-químicas, três potes para determinar as análises de textura instrumental e oito potes para análise de textura sensorial.

2.6. Análises físico-químicas

Para caracterização físico-química dos ingredientes, constituintes e do próprio produto fabricado, as determinações foram realizadas em quadruplicata com exceção da determinação do cloreto de sódio que foi realizada em duplicata, com uma repetição para o padrão e uma do branco, de acordo com métodos oficiais de análise.

Para o leite, soro, massa coagulada, manteiga, concentrado protéico de soro e permeado, foram realizadas as seguintes determinações físico-químicas: pH, acidez titulável, extrato seco total, umidade, gordura, cinzas e proteína total.

Os requeijões cremosos obtidos foram avaliados quanto às características físico-químicas: pH, acidez titulável, extrato seco total, gordura, cinzas, proteína total e cloreto de sódio, bem como, determinou-se também a textura instrumental e a reologia sensorial

2.6.1. Métodos analíticos

- pH: uso de potenciômetro (AOAC, 1995);
- Acidez titulável: segundo metodologia 33.2.06 para o leite e metodologia 971.19 para queijo (AOAC, 1995);
- Extrato seco total: em estufa a 105°C, segundo metodologia 925.23 (AOAC, 1995);
- Extrato seco desengordurado: metodologia 33.2.09/A (AOAC, 1995).
- Cinzas: determinado segundo a metodologia 33.2.10 (AOAC, 1995);
- Gordura: método de Gerber (AOAC, 1995);
- Proteína Total: pelo método de micro-Kjeldahl, metodologia 33.2.11 (AOAC, 1995);
- Cloreto de Sódio: segundo metodologia 971.19 (AOAC, 1995).

2.7. Perfil de textura instrumental

O perfil de textura dos requeijões foi determinada através do texturômetro TAXT₂ (Texture Profile Analysis), marca SMS – Stable Micro Systems e operado com o auxílio do programa Texture Expert® em ambiente Windows Microsoft®, modo de operação TPA, velocidade de pré-teste 1,0mm/s, velocidade de teste 1,0 mm/s e velocidade

de pós-teste 1,0 mm/s, tempo 5,0 segundos, força de contato de 10g, temperatura $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (ROSENTHAL, 1999).

As amostras foram acondicionadas ainda quentes em cápsulas de alumínio com 52,0 mm de diâmetro x 26,0 mm de altura e volume de $50,0\text{ cm}^3$, logo após a fabricação dos requeijões, para evitar a formação de bolhas e padronizar a massa a ser analisada. Em seguida, as cápsulas foram tampadas e seladas com o uso de um filme plástico de PVC e resfriadas em câmara de resfriamento a 10°C . No dia da análise, as cápsulas foram levadas a uma geladeira à mesma temperatura (10°C) e cada amostra foi retirada uma a uma imediatamente anterior ao teste. Para caracterizar o perfil de textura foram determinados os parâmetros, dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade.

2.8. Determinação dos parâmetros de textura sensorial

Para realização da textura sensorial dos requeijões cremosos foi utilizada a mesma equipe de provadores, já treinada, que realizou a análise descritiva quantitativa-ADQ, um capítulo que integra este trabalho de tese.

O perfil de textura sensorial dos requeijões cremosos com adição de concentrado protéico de soro foi determinado pela equipe de onze provadores, avaliando as amostras em três repetições cada, utilizando-se um delineamento experimental de blocos completamente casualizados.

A definição dos atributos e referências para determinação de análise do perfil de textura sensorial dos requeijões cremosos estão apresentados na Tabela 01 e a ficha de avaliação das amostras consta na Figura 01.

Tabela 01. Definição dos atributos e referências para determinação de análise do perfil de textura sensorial dos requeijões cremosos.

Atributo textura sensorial	Definição	Metodologia
Cremosidade	Propriedade mecânica de um produto relacionado com os parâmetros sensoriais primários de dureza e viscosidade	pouco: manteiga tipo Aviação® muito: queijo Petit Suisse danoninho Danone®
Pastosidade	Capacidade das moléculas do produto aderirem reciprocamente, estarem solidamente ligadas entre si e de resistirem aos movimento de desintegração	nenhum: castanha de caju Iracema ® muito: leite condensado Nestlé®
Espalhabilidade	Capacidade de um produto ser espalhado em uma superfície rugosa com auxílio de uma faca	pouco: manteiga congelada tipo Aviação® muita: maionese Hellmann's®

Figura 01. Ficha de avaliação das amostras em relação ao perfil de textura sensorial.

ANÁLISE PERFIL DE TEXTURA SENSORIAL

Nome: _____

Data: _____

Você está recebendo amostras codificadas de requeijão cremoso. Por favor, avalie a intensidade de cada um dos termos descritores abaixo assinalando com um traço vertical na escala ao lado.

Nº da Amostra _____

Repetição _____

Cremosidade:	pouco	muito
Pastosidade:	nenhum	muito
Espalhabilidade:	pouco	muito

2.9. Planejamento experimental, identificação de amostras e sorteio da sequência experimental

Foi realizado um planejamento fatorial completo (BARROS NETO et al, 1995) com duas variáveis (2^2 , 4 pontos axiais e 4 pontos centrais), obtendo-se como resposta os parâmetros de textura instrumental de dureza, de adesividade, de elasticidade e de gomosidade, e os parâmetros de textura sensorial de cremosidade, de pastosidade e de espalhabilidade. As variáveis independentes foram: concentrado protéico de soro e sal emulsificante.

Para avaliar os efeitos das variáveis na resposta da textura instrumental de dureza, adesividade, elasticidade e gomosidade e da textura sensorial de cremosidade, pastosidade e espalhabilidade, os cálculos foram realizados com auxílio do programa computacional Statística versão 5.0.

Os valores das variáveis utilizadas no planejamento fatorial completo estão apresentados na Tabela 02 e a identificação das amostras e os valores codificado e real utilizado das variáveis, está apresentado na Tabela 03, assim como o sorteio da sequência de experimentos.

Para o estudo do parâmetro de textura instrumental de coesividade, foram realizados seis ensaios adicionais, ensaios 13 a 18 (Tabela 03).

Tabela 02. Valores das variáveis utilizadas no planejamento fatorial completo.

Nível	-1,41	-1	0	1	1,41
Concentrado protéico de Soro	7,2	8,0	10,0	12,0	12,8
Sal Emulsificante	1,3	1,5	2,0	2,5	2,7

Tabela 03. Identificação das amostras, valor das variáveis e sorteio da sequência dos experimentos

Ensaio	Concentrado de Soro		Sal Emulsificante		Seqüência Sorteadada	Amostra
	Valor Codificado	Valor Real (%)	Valor Codificado	Valor Real (%)		
1	-1	8,0	-1	1,5	13	13
2	1	12,0	-1	1,5	1	1
3	-1	8,0	1	2,5	6	6
4	1	12,0	1	2,5	14	14
5	-1,41	7,2	0	2,0	9	9
6	1,41	12,8	0	2,0	10	10
7	0	10,0	-1,41	1,3	5	5
8	0	10,0	1,41	2,7	2	2
9	0	10,0	0	2,0	3	3
10	0	10,0	0	2,0	7	7
11	0	10,0	0	2,0	11	11
12	0	10,0	0	2,0	15	15
13		0,0		2,0	4	4
14		10,0		2,0	8	8
15		0,0		2,0	12	12
16		0,0		2,0	16	16
17		0,0		2,0	17	17
18		10,0		2,0	18	18

2.10. Análise estatística dos dados físico-químicos

Os resultados das análises físico-químicas dos requeijões cremosos e do parâmetro de textura instrumental de coesividade foram avaliados através de ANOVA e teste de médias de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando o software estatístico SAS Versão 6 (SAS, 1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos da ultrafiltração do soro

Os resultados das características físico-químicas das amostras dos ingredientes e dos constituintes dos requeijões cremosos, obtidos por ultrafiltração do soro de queijo estão apresentados na Tabela 04. Observa-se que os ingredientes foram obtidos a partir de leite desnatado e os resultados físico-químicos estão dentro dos parâmetros de matéria-

prima de boa qualidade. Obteve-se 32,48% de extrato seco total e 29,06% de proteína total da massa coagulada, manteiga com 78% de gordura, e concentrado protéico de soro com 13,62% de extrato seco total e 7,49% de proteína total.

Os resultados físico-químicos dos requeijões elaborados com diferentes teores de concentrado protéico de soro (CPS) e sal emulsificante (SE) de acordo com o planejamento experimental, estão apresentados na Tabela 05. Constataram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as amostras de requeijões para os parâmetros avaliados. As maiores diferenças ocorreram nos parâmetros de sólidos totais obtendo-se 35,40% na amostra 14 e 40,92% na amostra 09, acidez titulável com 0,51% na amostra 05 e 0,93% na amostra 18 e no teor de proteína total encontrando-se 11,45% na amostra 02 e 15,08% na amostra 09. Teores de cloreto de sódio variaram entre 0,69% na amostra 18 e 0,56% na amostra 02.

Tabela 04. Características físico-químicas dos ingredientes utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos.

Ingredientes/ Constituintes	Dados físico-químicos						
	pH	Acidez titulável (%Ac. Lático)	Extrato seco total*	Extrato seco Deseng.*	Gordura*	Cinzas*	Proteína total*
Leite	6,82	0,13	8,4	8,3	0,1	0,7	3,66
Massa Coagulada	5,19	0,16	32,48	31,98	0,5	1,1	29,06
Manteiga	**	**	**	**	78,0	1,32	1,65
Concentrado Protéico de soro	4,75	0,81	13,62	13,62	0,0	0,65	7,49
Permeado	4,7	0,34	6,32	6,32	0,0	0,64	0,93
Soro	4,7	0,35	6,13	6,13	0,0	0,63	1,16

* Valores obtidos em (%).

** Dados não obtidos.

Tabela 05. Resultados físico-químicas dos requeijões cremosos com diferentes níveis de Sal Emulsificante e Concentrado Protéico Soro.

Amostra	Ingredientes		Parâmetros físico-químicos							
	CPS	SE	Sólidos Totais (%)	Umidade (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Ac. titulável (% Ac. láctico)	pH	P. total (%)	NaCl (%)
1	12,0	1,5	37,11 ± 0,07d	62,88 ± 0,07c	25,00 ± 0,00a	1,47 ± 0,01i	0,75 ± 0,01fgh	5,76 ± 0,05e	13,21 ± 0,10cd	0,57 ± 0,02bc
2	10,0	2,7	37,26 ± 0,41d	62,73 ± 0,41c	25,00 ± 0,00a	1,88 ± 0,02ab	0,74 ± 0,00 ghi	5,97 ± 0,00 b	11,45 ± 0,19g	0,56 ± 0,01bc
3	10,0	2,0	37,11 ± 0,18d	62,88 ± 0,18c	22,30 ± 0,28h	1,61 ± 0,02gh	0,77 ± 0,00defg	5,87 ± 0,00c	13,43 ± 0,04c	0,58 ± 0,02bc
4	0,0	2,0	38,68 ± 0,41c	61,31 ± 0,41d	23,30 ± 0,28cdef	1,74 ± 0,01cdef	0,87 ± 0,03b	5,75 ± 0,00e	14,66 ± 0,12a	0,61 ± 0,01b
5	10,0	1,3	39,55 ± 0,41b	60,44 ± 0,41e	24,80 ± 0,50ab	1,48 ± 0,04i	0,51 ± 0,01j	5,49 ± 0,00h	14,34 ± 0,13ab	0,61 ± 0,01b
6	8,0	2,5	37,19 ± 0,19d	62,80 ± 0,38c	22,60 ± 0,25fgh	1,93 ± 0,09a	0,80 ± 0,01cd	5,83 ± 0,00d	13,01 ± 0,21cde	0,66 ± 0,00ab
7	10,0	2,0	38,25 ± 0,44c	61,74 ± 0,44d	23,40 ± 0,47cdef	1,76 ± 0,05cdef	0,80 ± 0,01cd	5,67 ± 0,00f	13,70 ± 0,44bc	0,59 ± 0,02bc
8	0,0	2,0	36,34 ± 0,02e	63,65 ± 0,02b	23,90 ± 0,62cd	1,58 ± 0,02h	0,73 ± 0,02ghi	5,69 ± 0,00f	12,44 ± 0,21def	0,61 ± 0,01b
9	7,2	2,0	40,92 ± 0,21a	59,00 ± 0,21f	24,80 ± 0,28ab	1,83 ± 0,02bc	0,92 ± 0,01a	5,45 ± 0,00i	15,08 ± 0,20a	0,67 ± 0,01a
10	12,8	2,0	36,95 ± 0,06de	63,04 ± 0,06bc	23,80 ± 0,28cde	1,70 ± 0,01efg	0,78 ± 0,03cdef	5,74 ± 0,00e	11,74 ± 0,37fg	0,62 ± 0,02b
11	10,0	2,0	36,71 ± 0,05de	63,28 ± 0,05bc	23,00 ± 0,0efg	1,61 ± 0,04gh	0,79 ± 0,01cde	5,85 ± 0,00cd	12,38 ± 0,36ef	0,60 ± 0,01b
12	0,0	2,0	37,12 ± 0,06d	62,87 ± 0,06c	23,30 ± 0,50cdef	1,66 ± 0,03fgh	0,76 ± 0,02efgh	6,00 ± 0,00b	13,13 ± 0,66 c	0,59 ± 0,01bc
13	8,0	1,5	36,83 ± 0,05de	63,16 ± 0,05bc	24,00 ± 0,00bc	1,58 ± 0,01h	0,80 ± 0,01cde	5,75 ± 0,00e	13,34 ± 0,25c	0,61 ± 0,01b
14	12,0	2,5	35,40 ± 0,21f	64,59 ± 0,21a	22,00 ± 0,00h	1,83 ± 0,02bcd	0,70 ± 0,01i	5,98 ± 0,00 b	12,42 ± 0,15def	0,58 ± 0,01bc
15	10,0	2,0	37,11 ± 0,34d	62,88 ± 0,34c	22,30 ± 0,50gh	1,73 ± 0,01def	0,82 ± 0,01c	5,86 ± 0,00cd	12,98 ± 0,10cde	0,65 ± 0,01a
16	0,0	2,0	36,74 ± 0,32de	63,23 ± 0,30bc	23,12 ± 0,25def	1,74 ± 0,02cdef	0,72 ± 0,01hi	6,05 ± 0,00a	13,65 ± 0,48bc	0,64 ± 0,01a
17	10,0	2,0	37,10 ± 0,32d	62,89 ± 0,32c	22,30 ± 0,28gh	1,77 ± 0,01cde	0,76 ± 0,01efgh	5,83 ± 0,00d	13,20 ± 0,32cd	0,67 ± 0,01a
18	10,0	2,0	38,02 ± 0,09c	61,97 ± 0,09d	22,00 ± 0,00h	1,79 ± 0,01bcd	0,93 ± 0,01a	5,58 ± 0,00g	14,66 ± 0,16a	0,69 ± 0,01a

SE = Sal Emulsificante.

CPS = Concentrado Protéico de Soro.

Médias mais desvio padrão seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem ao nível de 5% de erro, pelo teste de médias de Tukey.

3.2. Determinação do parâmetro instrumental de coesividade

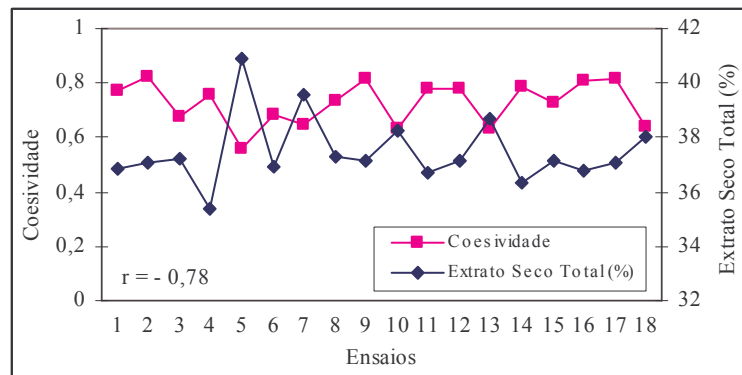
Na Tabela 06 podem ser encontrados os resultados da textura instrumental de coesividade dos 18 ensaios analisados. Foram encontrados valores de coesividade entre 0,55 no ensaio 05 e 0,82 no ensaio 02. Define-se coesividade como o grau com que um produto é comprimido entre os dentes antes de se romper, cuja característica de textura instrumental pode estar associada à algumas características físico-químicas como o extrato seco total e o conteúdo de proteína total destes ensaios (Figura 02 a,d).

Com base nos dados obtidos de coesividade e os teores dos quatro parâmetros físico-químicos de extrato seco total, umidade, minerais e proteína total dos ensaios, percebe-se que existe uma relação inversamente proporcional entre a maioria dos resultados do extrato seco total, conteúdo de minerais e proteína total dos ensaios com a coesividade, entretanto, não se enquadram nesta relação o ensaio dois do extrato seco total com a coesividade, os ensaios cinco, sete e oito entre minerais e a coesividade e os ensaios três e nove entre a proteína total e a coesividade (Figura 2a,c,d). Há uma relação diretamente proporcional entre a umidade e a coesividade, indicando que com o aumento da umidade os produtos se tornam mais coesivos. Não se enquadram nesta relação o resultado do ensaio dois (Figura 2b).

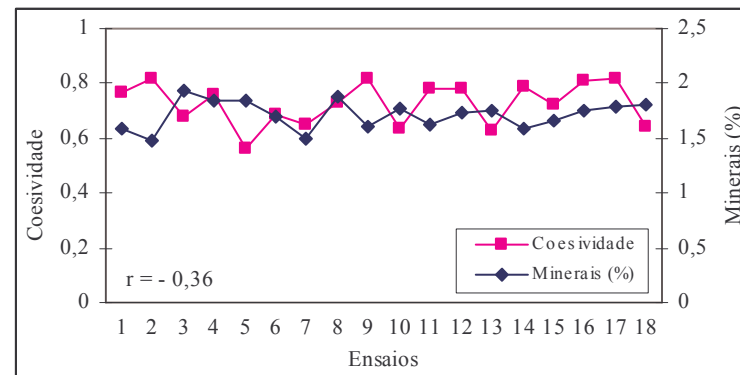
Os resultados obtidos entre os três atributos da textura sensorial de cremosidade, pastosidade e espalhabilidade e o parâmetro de textura instrumental de coesividade, sugerem uma relação diretamente proporcional, à medida que aumenta o valor das notas atribuídas pelos provadores nos ensaios a coesividade também aumenta. Não se enquadram nesta relação os ensaios dois e quatro entre a cremosidade sensorial e a coesividade, os ensaios dois, quatro e nove, entre a pastosidade sensorial e espalhabilidade sensorial com a coesividade (Figura 03a,b,c).

Tabela 06. Resultados do parâmetro de textura instrumental de coesividade das amostras de requeijão cremoso.

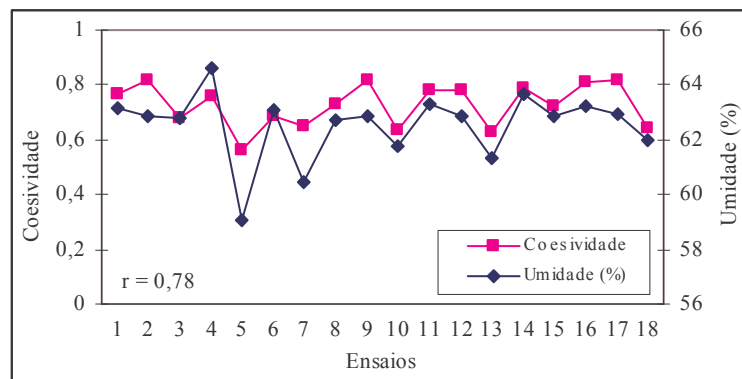
Ensaio	Parâmetro de Textura Instrumental de Coesividade
01	$0,77 \pm 0,014$ a
02	$0,82 \pm 0,014$ a
03	$0,68 \pm 0,014$ ab
04	$0,81 \pm 0,018$ ab
05	$0,55 \pm 0,015$ bc
06	$0,68 \pm 0,014$ ab
07	$0,65 \pm 0,014$ bc
08	$0,73 \pm 0,014$ ab
09	$0,81 \pm 0,014$ a
10	$0,63 \pm 0,014$ bc
11	$0,78 \pm 0,014$ a
12	$0,78 \pm 0,014$ a
13	$0,63 \pm 0,015$ bc
14	$0,79 \pm 0,014$ a
15	$0,73 \pm 0,014$ ab
16	$0,81 \pm 0,014$ a
17	$0,81 \pm 0,014$ a
18	$0,64 \pm 0,014$ bc



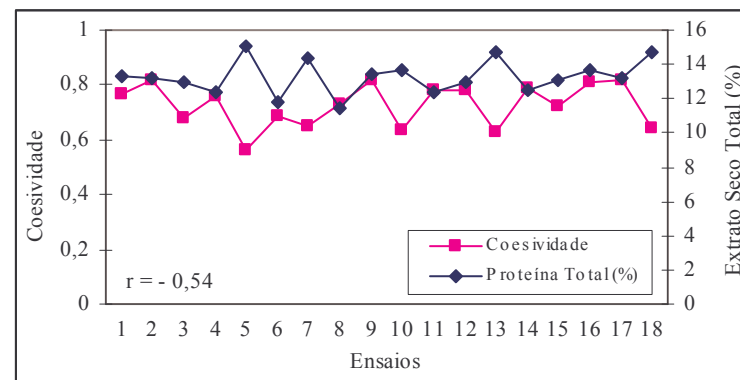
(a)



(c)

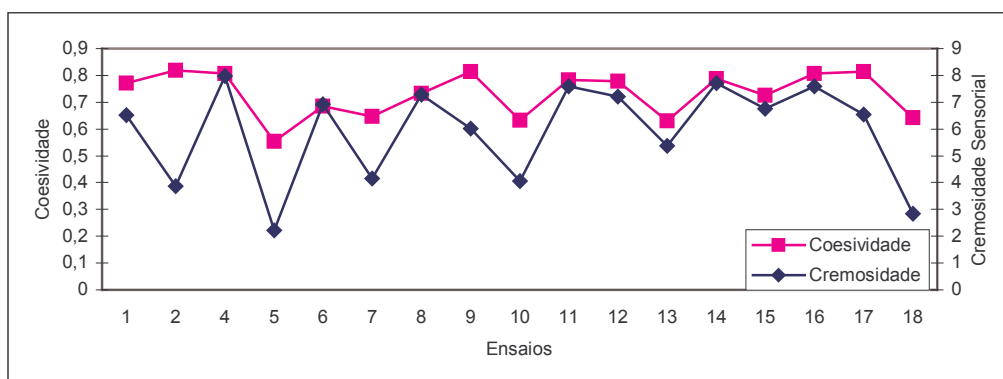


(b)

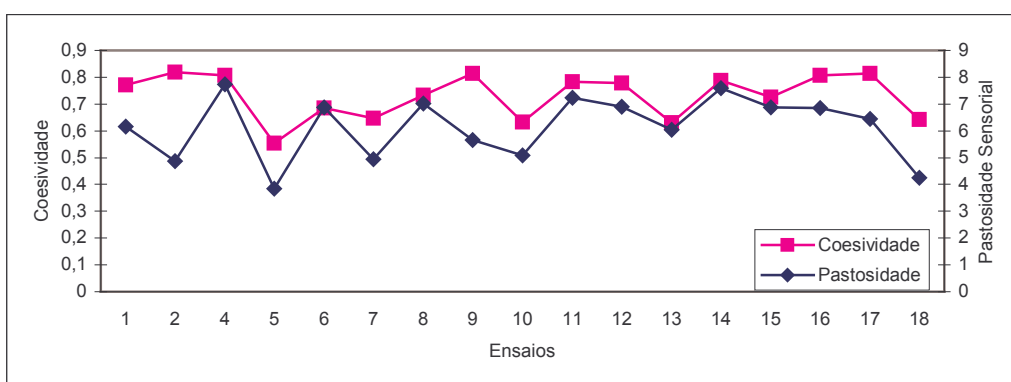


(d)

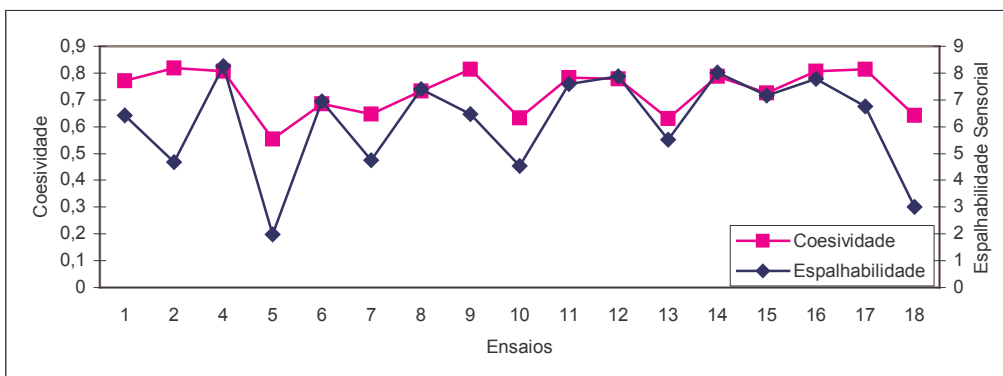
Figura 02. Relação entre o parâmetro de textura de coesividade e o teor do extrato seco total (a), umidade (b), minerais (c) e proteína total (d) dos requeijões cremosos.



(a)



(b)



(c)

Figura 03. Dados comparativos entre o parâmetro de textura instrumental de coesividade e os parâmetros de textura sensorial, (a) cremosidade, (b) pastosidade e (c) espalhabilidade.

3.3. Estudo da otimização para os Parâmetros de Textura Sensorial

As respostas dos parâmetros de textura sensorial dos ensaios do planejamento fatorial completo, estão apresentadas na Tabela 07. Observa-se que no parâmetro de cremosidade os valores variaram entre 2,22 no ensaio 05 (utilização de 7,2% de concentrado protéico de soro e 2% de sal emulsificante) e 7,98 no ensaio 04 (utilização de 12,0% de concentrado protéico de soro e 2,5% de sal emulsificante). Para a pastosidade obteve-se valores entre 3,84 para o ensaio 05 e 7,74 para o ensaio 04. A espalhabilidade variou entre 1,97 no ensaio 05 e 8,25 no ensaio 04 (Tabela 07).

Tabela 07. Parâmetros de textura sensorial das amostras de requeijão cremoso.

Ensaio	Parâmetros de textura sensorial		
	Cremosidade	Pastosidade	Espalhabilidade
1	6,51	6,16	6,43
2	3,86	4,87	4,67
3	DNO	DNO	DNO
4	7,98	7,74	8,25
5	2,22	3,84	1,97
6	6,93	6,88	6,94
7	4,15	4,95	4,74
8	7,29	7,02	7,40
9	6,02	5,65	6,48
10	7,59	7,23	7,58
11	7,21	6,91	7,88
12	6,53	6,45	6,75

DNO = Dados não obtidos.

3.3.1. Otimização para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade

Na Tabela 08 constam os efeitos das variáveis sobre o parâmetro de textura sensorial de cremosidade. O concentrado protéico de soro linear exerceu um efeito negativo não significativo sobre a textura sensorial de cremosidade, o sal emulsificante S10 linear exerceu efeito positivo significativo sobre o parâmetro de textura sensorial de cremosidade, enquanto, o efeito do sal emulsificante quadrático exerceu efeito negativo sobre a cremosidade. A interação entre CPS vs. SE também exerceu efeito positivo não significativo sobre a cremosidade. Observou-se que à medida que o teor de CPS passa de 8,0% (nível -1) para 12,0% (nível +1) há uma redução na cremosidade de 2,65 pontos,

enquanto que, com a passagem de 1,3% de sal emulsificante (nível -1,41) para 2,7% (nível +1,41) o valor da cremosidade acresce de 3,14 pontos (Tabelas 03 e 07).

Tabela 08. Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade.

	Efeito	Erro Puro	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	6,84*	0,31*	22,38*	0,0001*	5,87*	7,82*
CPS(L)	-0,43	0,92	-0,47	0,67	-3,35	2,48
SE(L) *	2,56*	0,55*	4,68*	0,018*	0,82*	4,3*
SE(Q)	-1,22	0,57	-2,14	0,12	-3,04	0,59
CPS x SE	2,51	1,13	2,2	0,11	-1,09	6,11

Na Tabela 09 estão apresentados o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade e a Tabela 10 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação foi de 0,80 e o teste F foi 2,3 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Pode ser observado na Figura 04 o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 09. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

	Coeficiente Regressão	Desvio Padrão	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	6,88*	0,33*	20,79*	0,0002*	5,83*	7,93*
CPS(L)	-0,18	0,38	-0,47	0,67	-1,39	1,03
SE(L) *	1,06*	0,29*	3,64*	0,03*	0,13*	1,9*9
SE(Q)	-0,61	0,28	-2,14	0,12	-1,52	0,29
CPS x SE	1,04	0,47	2,22	0,11	-0,45	2,53

Tabela 10. Análise de variância para o parâmetro de textura sensorial de cremosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus Liberdade	Quadrado Médio	Fcalculado
Regressão	15,67	4	3,92	11,8
Resíduos	1,65	5	0,33	
Falta de ajuste	0,18	2		
Erro puro	1,47	3		
Total	17,33	9		

Coeficiente de correlação: $R^2 = 0,80$; $F_{0,95;5;4} = 5,1$.

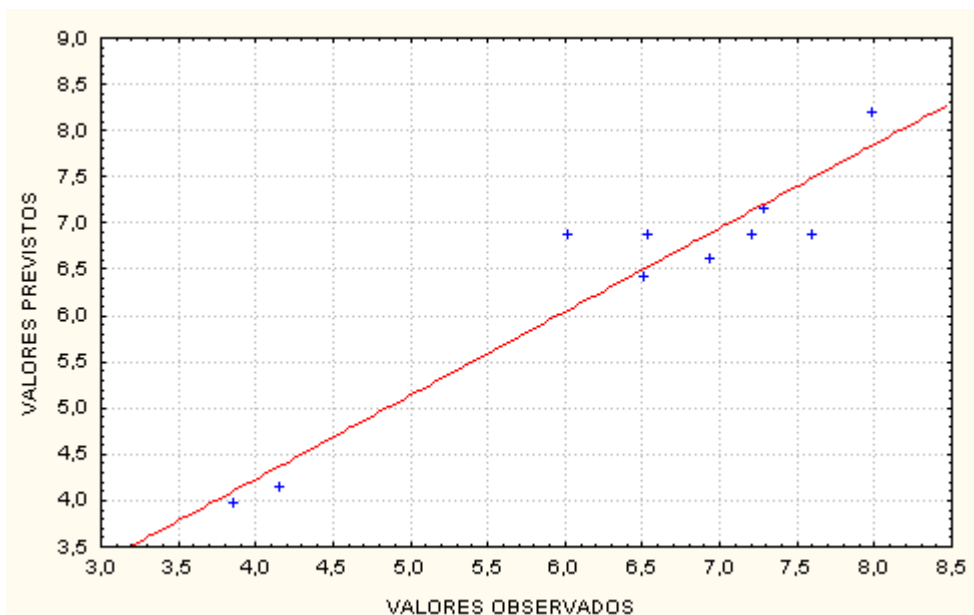
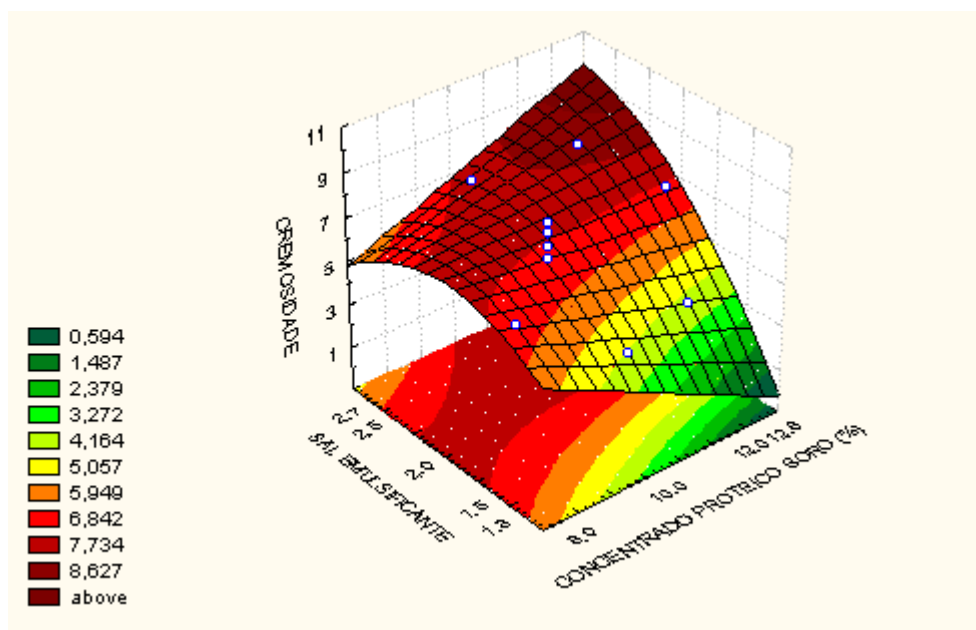


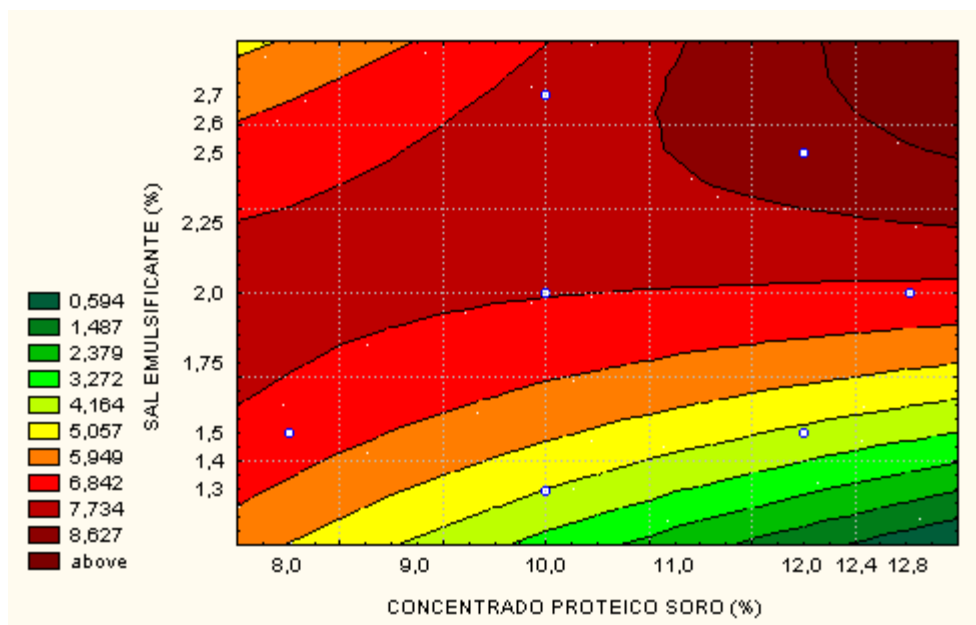
Figura 04. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Com base nos resultados da análise de variância ANOVA, pode-se obter o modelo codificado que descreve o parâmetro de textura sensorial de cremosidade, expresso na Equação a seguir descrita e construir a superfície de resposta (Figura 05).

$$\text{Text. Sens. Cremosidade} = 6,88 - 0,18 \cdot \text{CPS} + 1,06 \cdot \text{SE} - 0,61 \cdot \text{SE}^2 + 1,04 \cdot \text{CPS} \cdot \text{SE}$$



(a)



(b)

Figura 05. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura sensorial de cremosidade.

Pode observar-se na Figura 05 (a) e (b) que os maiores valores da textura sensorial de cremosidade estão localizados na faixa de utilização entre 11,0 e 12,4% de concentrado protéico de soro e entre 2,25 e 2,6% de sal emulsificante nos requeijões e corresponde à nota média entre 6,8 e 7,7 pontos na escala de intensidade na cremosidade (Figura 05), em uma escala de 9 pontos, atribuídos pela equipe sensorial.

Comparando-se as faixas de utilização de CPS e SE que se obteve às melhores respostas na textura sensorial de cremosidade (notas entre 6,8 e 7,7) (Figura 05) com as de textura instrumental (Figuras 11, 13, 15 e 17), obtém-se valores ideais de dureza entre 410,3 a 562,9 g, de valores ideais na adesividade entre -662,4 a -399,0g.s., de valores ideais na elasticidade entre 0,025 a 0,033 e de valores ideais na gomosidade dos requeijões entre 109,1 a 214,9.

3.3.2. Otimização para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade

Na Tabela 11 constam os efeitos das variáveis sobre o parâmetro de textura sensorial de pastosidade. O concentrado protéico de soro quadrático exerceu um efeito positivo não significativo sobre a textura sensorial de pastosidade. O sal emulsificante S10 linear exerceu efeito positivo significativo sobre o parâmetro de textura sensorial de pastosidade, enquanto que, o efeito do sal emulsificante quadrático exerceu efeito negativo não significativo sobre a pastosidade. A interação entre CPS vs. SE exerceu efeito positivo não significativo sobre a pastosidade. Observou-se que à medida que o teor de CPS passa de 7,2% (nível -1,41) para 12,8% (nível +1,41) há um aumento na pastosidade de 3,4 pontos, enquanto que, com a passagem de 1,3% de sal emulsificante (nível -1,41) para 2,7% (nível +1,41) o valor da pastosidade acresce de 2,07 pontos (Tabelas 03 e 07).

Tabela 11. Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura instrumental de pastosidade.

	Efeito	Erro Puro	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	6,57*	0,35*	18,84*	0,0003*	5,46*	7,67*
CPS(Q)	0,38	1,29	0,29	0,79	-3,73	4,48
SE(L) *	1,81*	0,54*	3,38*	0,04*	0,11*	3,52*
SE(Q)	-0,63	0,56	-1,12	0,35	-2,41	1,16
CPS x SE	1,45	1,11	1,31	0,28	-2,08	4,99

Na Tabela 12 estão apresentados o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade e a Tabela 13 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação foi de 0,83 e o teste F foi 1,17 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Pode ser observado na Figura 06 o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 12. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

	Coeficiente Regressão	Desvio Padrão	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	6,56*	0,34*	19,12*	0,0003*	5,47*	7,65*
CPS(Q)	0,11	0,33	0,34	0,75	-0,94	1,17
SE(L)	0,77	0,27	2,8	0,067	-0,1	1,63
SE(Q)	-0,31	0,28	-1,11	0,35	-1,2	0,58
CPS x SE	0,63	0,42	1,49	0,23	-0,72	1,98

Tabela 13. Análise de variância para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

Fonte Variação	Som Quadrática	Graus Liberdade	Quadrado Médio	Fcalcu lado
Regressão	6,96	4	1,74	6,0
Resíduos	1,46	5	0,29	
Falta de Ajuste	0,047	2		
Erro Puro	1,41	3		
Total	8,42	9		

Coefficiente de correlação: $R^2 = 0,83$; $F_{0,95;4;5} = 5,1$.

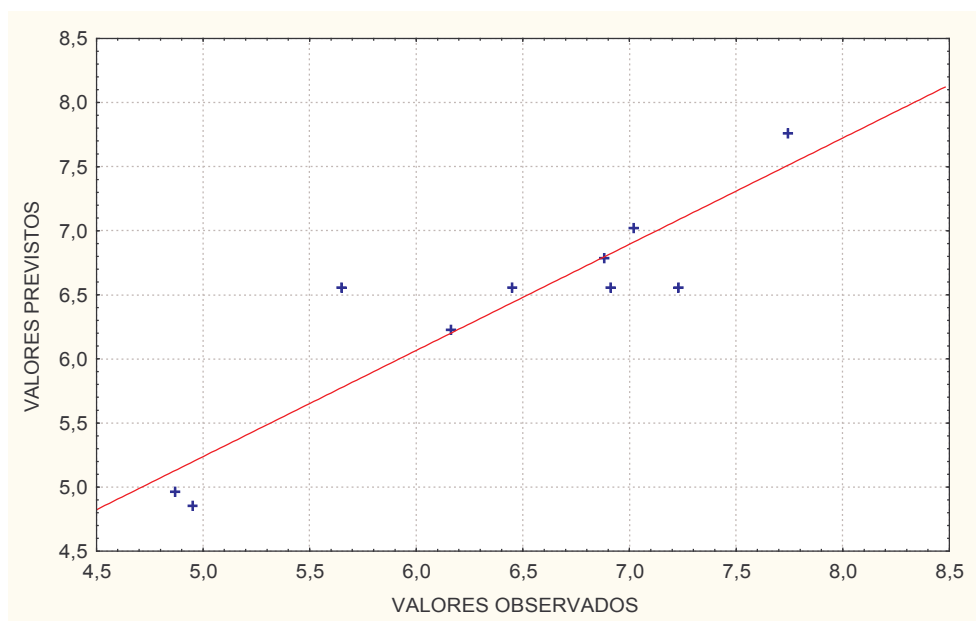
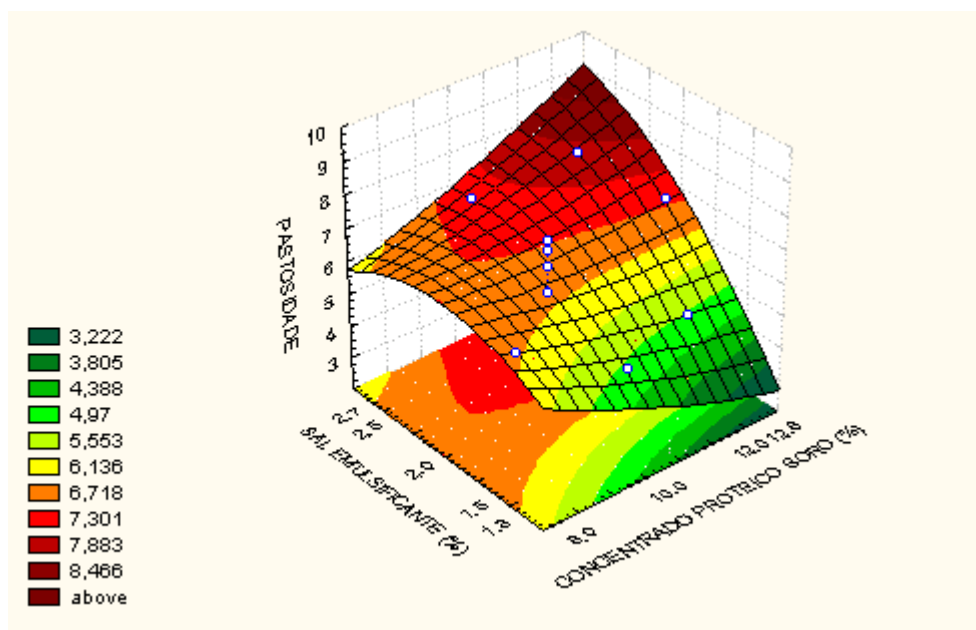


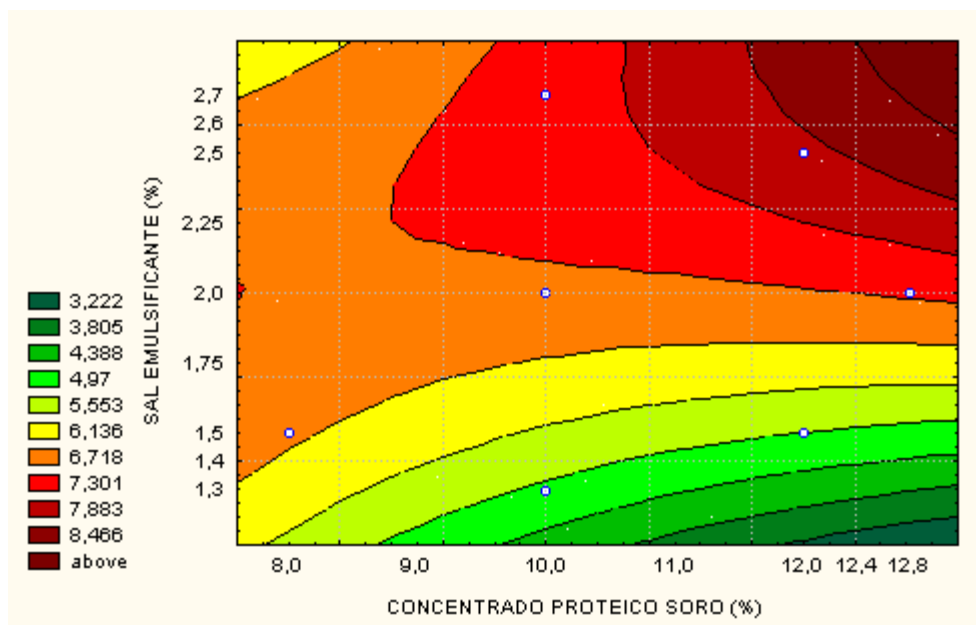
Figura 06. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Com base nos resultados da análise de variância ANOVA, pode-se obter o modelo codificado que descreve o parâmetro de textura sensorial de pastosidade, expresso na Equação a seguir descrita e construir a superfície de resposta (Figura 07).

$$\text{Text. Sens. Pastosidade} = 6,56 + 0,11. \text{CPS}^2 + 0,77. \text{SE} - 0,31. \text{SE}^2 + 0,63 . \text{CPS} . \text{SE}$$



(a)



(b)

Figura 07. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura sensorial de pastosidade.

Os resultados em termos de superfície de resposta da textura sensorial de pastosidade foram muito parecidos com os da cremosidade (Figura 05). Como pode ser observado na Figura 07 (a) e (b) às condições de processo em que se obteve às melhores notas de textura sensorial de pastosidade estão localizados entre a faixa de utilização de 11,5 e 12,4% de concentrado protéico de soro e entre 2,4 e 2,6% de uso do sal emulsificante nos requeijões e corresponde a nota média entre 7,3 a 7,7 pontos, na escala de intensidade (Figura 07), em uma escala de 9 pontos, atribuídos pela equipe sensorial.

Comparando-se as faixas de utilização de CPS e SE que se obteve às melhores respostas na textura sensorial de pastosidade (notas entre 7,6 e 8,2) (Figura 09) com as de textura instrumental (Figuras 11, 13, 15 e 17), obtém-se valores ideais de dureza entre 486,6g a 562,9, de valores ideais na adesividade entre -662,4 a -530,7g.s., de valor ideal na elasticidade de 0,025 e de valores ideais na gomosidade dos requeijões entre 135,5 a 188,4.

3.3.3. Otimização para o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade

Na Tabela 14 constam os efeitos das variáveis sobre o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade. O concentrado protéico de soro linear exerceu um efeito negativo não significativo sobre a textura sensorial de espalhabilidade, entretanto, o sal emulsificante S10 linear exerceu efeito positivo significativo sobre o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade, enquanto que, o efeito do sal emulsificante quadrático exerceu efeito negativo não significativo sobre a espalhabilidade. A interação entre CPS vs. SE exerceu efeito positivo não significativo sobre a espalhabilidade. Com a passagem de 1,3% de sal emulsificante (nível -1,41) para 2,7% (nível +1,41) o valor da espalhabilidade acresceu 3,58 pontos (Tabelas 03 e 04).

Tabela 14. Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade.

	Efeito	Erro Puro	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	7,17*	0,34*	21,24*	0,0002*	6,09*	8,24*
CPS(Q)	-0,45	1,25	-0,36	0,74	-4,43	3,52
SE(L)*	2,2*	0,52*	4,24*	0,024*	0,55*	3,86*
SE(Q)	-1,1	0,54	-2,04	0,13	-2,84	0,62
CPS x SE	2,18	1,08	2,02	0,14	-1,25	5,6

Na Tabela 15 estão apresentados o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o parâmetro de textura sensorial de pastosidade e a Tabela 16 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação foi de 0,90 e o teste F foi 2,15 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Pode ser observado na Figura 12 o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 15. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

	Coeficiente Regressão	Desvio Padrão	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	7,17*	0,33*	21,59*	0,0002*	6,12*	8,23*
CPS(Q)	-0,13	0,32	-0,39	0,72	-1,15	0,89
SE(L)*	0,93*	0,26*	3,54*	0,038*	0,094*	1,77*
SE(Q)	-0,56	0,27	-2,05	0,13	-1,4	0,31
CPS x SE	0,86	0,41	2,1	0,13	-0,44	2,17

Tabela 16. Análise de variância para o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

Fonte Variação	Soma Quadrática	Graus Liberdade	Quadrado Médio	Fcalculado
Regressão	11,86	4	2,96	11,0
Resíduos	1,34	5	0,26	
Falta de Ajuste	0,014	2		
Erro Puro	1,32	3		
Total	13,2	9		

Coefficiente de correlação: $R^2 = 0,90$; $F_{0,95;4;5} = 5,1$.

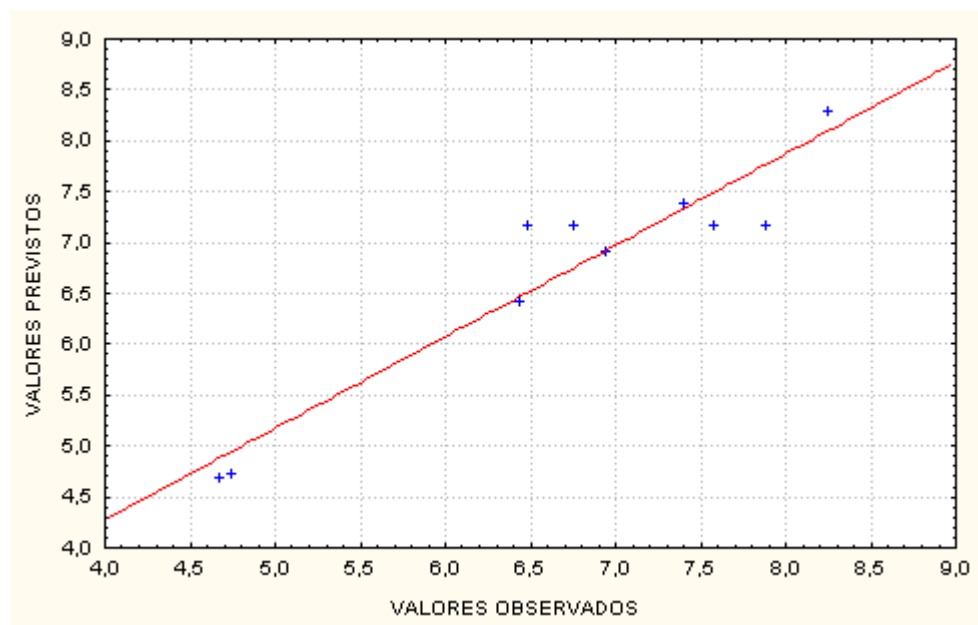
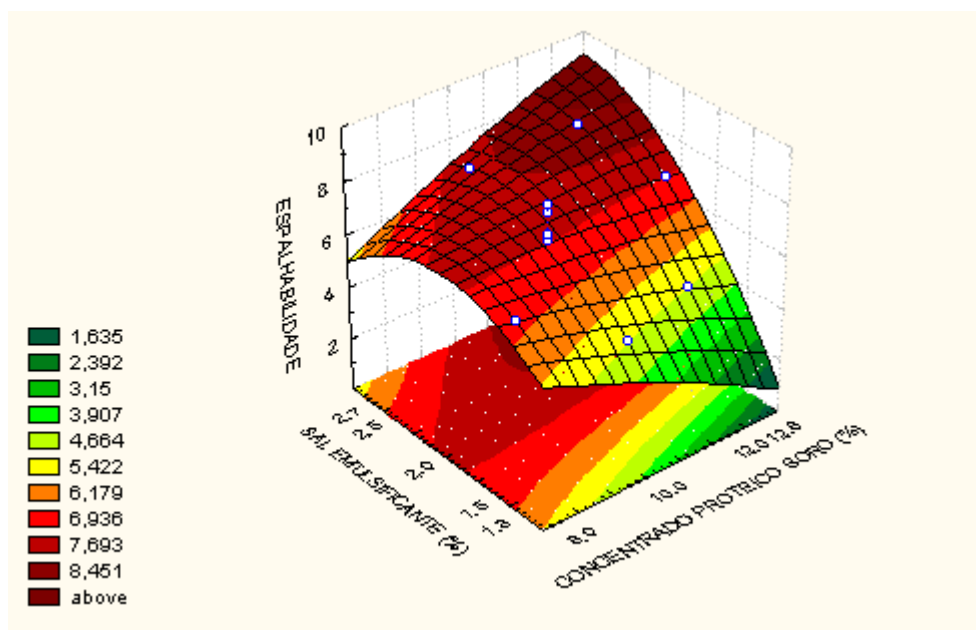


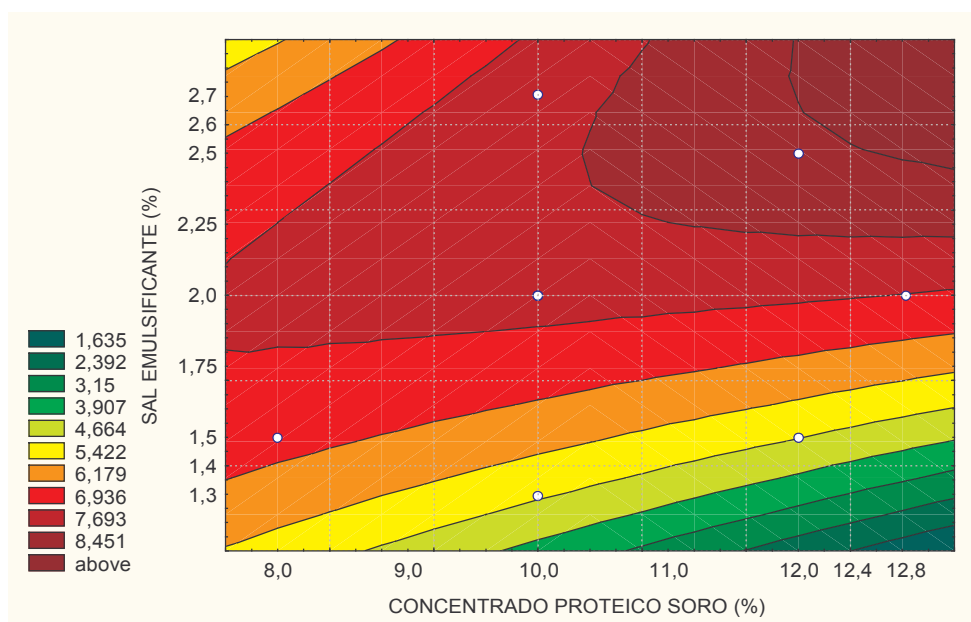
Figura 08. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Com base nos resultados da análise de variância ANOVA, pode-se obter o modelo codificado que descreve o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade, expresso na Equação a seguir descrita e construir a superfície de resposta (Figura 09).

$$\text{Text. Sens. Espalhabilidade} = 7,17 - 0,13 \cdot \text{CPS}^2 + 0,93 \cdot \text{SE} - 0,56 \cdot \text{SE}^2 + 0,86 \cdot \text{CPS} \cdot \text{SE}$$



(a)



(b)

Figura 09. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura sensorial de espalhabilidade.

Os resultados em termos de superfície de resposta da textura sensorial de espalhabilidade foram semelhantes com os atributos de cremosidade e pastosidade (Figuras 05 e 07). Como pode ser observado na Figura 09 (a) e (b) às condições de processo em que se obteve às melhores notas de textura sensorial de espalhabilidade estão localizados entre a faixa de utilização de 10,5 e 12,0% de concentrado protéico de soro e entre 2,25 e 2,5% de uso do sal emulsificante nos requeijões e corresponde a nota média entre 7,6 e 8,2 pontos, na escala de intensidade (Figura 09) em uma escala de 9 pontos, atribuídos pela equipe sensorial.

Comparando-se as faixas de utilização de CPS e SE que se obteve às melhores respostas na textura sensorial de espalhabilidade (notas entre 7,6 e 8,2) (Figura 09) com as de textura instrumental (Figuras 11, 13, 15 e 17), obtém-se valores ideais de dureza entre 410,3 a 486,6g, abaixo de -530,7g.s. na adesividade, de valores ideais na elasticidade de 0,033 e de valores ideais na gomosidade dos requeijões entre 135,5 a 188,4.

3.4. Estudo da otimização para os Parâmetros de Textura Instrumental

Às respostas dos parâmetros de textura instrumental dos ensaios do planejamento fatorial completo estão apresentados na Tabela 17. Observa-se que no parâmetro de dureza os valores variaram entre 162,46g no ensaio 11 (utilização de 10% de concentrado protéico de soro e 2% de sal emulsificante) e 509,99 no ensaio 07 (10% de concentrado protéico de soro e 1,3% de sal emulsificante). Para a adesividade obteve-se valores entre -273,31g.s. para o ensaio 04 e de -1427,00g.s. para o ensaio 05. A elasticidade variou entre 0,01 no ensaio 04 e 0,14 no ensaio 05. Foram obtidos valores de gomosidade entre 105,0 no ensaio 05 e 331,39 no ensaio 07 (Tabela 17).

Tabela 17. Parâmetros de textura instrumental das amostras de requeijão cremoso.

Ensaio	Amostra	Parâmetros de textura instrumental			
		Dureza(g)	Adesividade(g.s.)	Elasticidade ¹	Gomosidade ¹
1	13	317,05	-481,05	0,05	244,45
2	1	368,52	-576,54	0,05	303,38
3	6	333,25	-516,81	0,04	226,34
4	14	168,25	-273,31	0,01	135,59
5	9	185,60	-1427,00	0,14	105,00
6	10	482,85	-615,18	0,06	330,05
7	5	509,99	-573,06	0,06	331,39
8	2	407,84	-618,86	0,03	298,71
9	3	185,49	-305,32	0,05	151,50
10	11	248,26	-404,33	0,03	194,33
11	15	162,46	-280,64	0,03	126,54
12	17	233,20	-370,01	0,05	190,27

¹ Adimensionais.

3.4.1. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de dureza

A Tabela 18 apresenta os efeitos das variáveis sobre o parâmetro de textura instrumental de dureza. O concentrado protéico de soro e o sal emulsificante S10 exerceram efeito significativo sobre o parâmetro de textura instrumental de dureza. Constatou-se que à medida que o teor de concentrado protéico de soro passa de 7,2% (nível -1,41) para 12,8% (nível +1,41) há um acréscimo de 297,25g no valor da dureza, enquanto que, com a passagem de 1,5% de sal emulsificante (nível -1) para 2,5% (nível +1) o valor da dureza acresce 16,2g (Tabelas 03 e 07).

Tabela 18. Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura instrumental de dureza.

	Efeito	Erro Puro	t(3)	p	L.C. -95%	L. C. +95%
Média	207,35*	20,07*	10,33*	0,002*	143,47*	271,23*
CPS(L)	158,04*	31,74*	4,98*	0,016*	57,04*	259,04*
CPS(Q)	117,64*	32,52*	3,62*	0,036*	14,14*	221,13*
SE(Q)	242,33*	32,52*	7,45*	0,005*	138,83*	345,82*
CPS x SE	54,42	49,17	1,11	0,349	-102,05	210,89

Na Tabela 19 estão apresentados o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o parâmetro de textura instrumental de dureza e a Tabela 20 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação foi de 0,85 e o teste F foi 1,95 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Pode ser observado na Figura 10 o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 19. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

	Coeficiente Regressão	Desvio Padrão	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	207,35*	20,07*	10,33*	0,002*	143,47*	271,23*
CPS(L)*	79,02*	15,87*	4,98*	0,016*	28,52*	129,52*
CPS(Q)*	58,82*	16,26*	3,62*	0,036*	7,07*	110,56*
SE(Q)*	121,16*	16,26*	7,45*	0,005*	69,41*	172,91*
CPS x SE	27,21	24,58	1,11	0,349	-51,03	105,45

Tabela 20. Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	Fcalculado
Regressão	124701,3	4	31175,32	8,8
Resíduos	21160,95	6	3526,825	
Falta de Ajuste	16326,13	3		
Erro Puro	4834,822	3		
Total	145862,3	10		

Coeficiente de correlação: $R^2 = 0,85$; $F_{0,95;4;6} = 4,5$

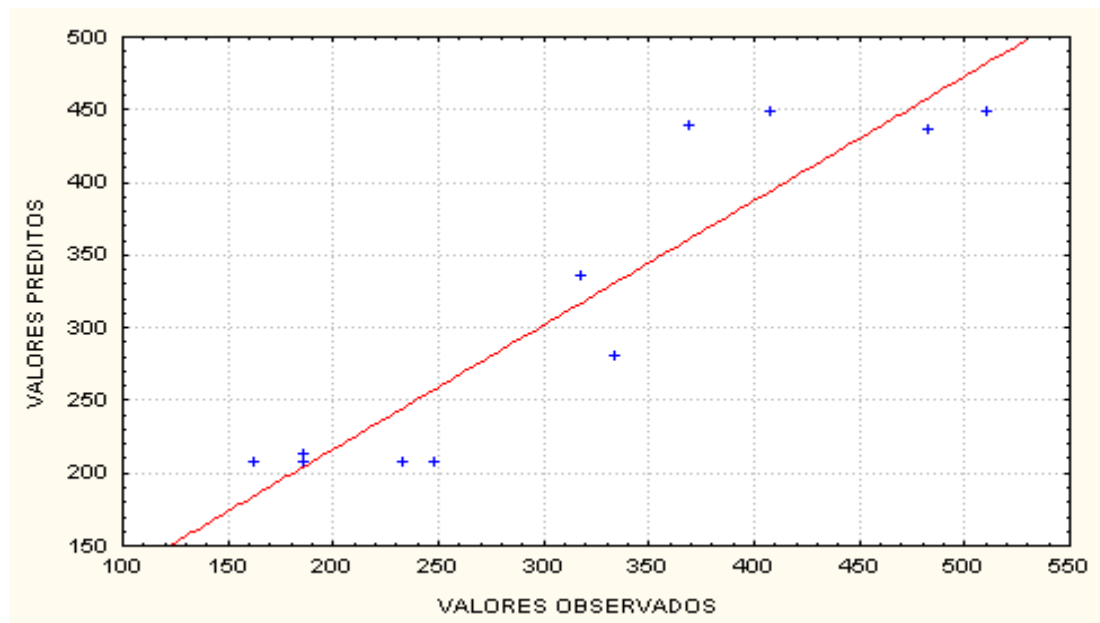
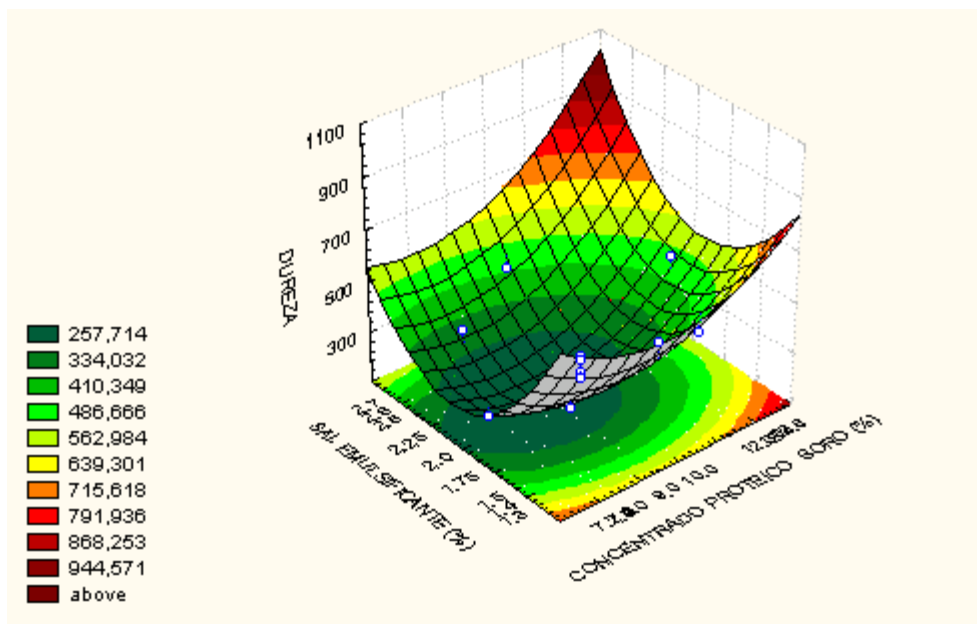


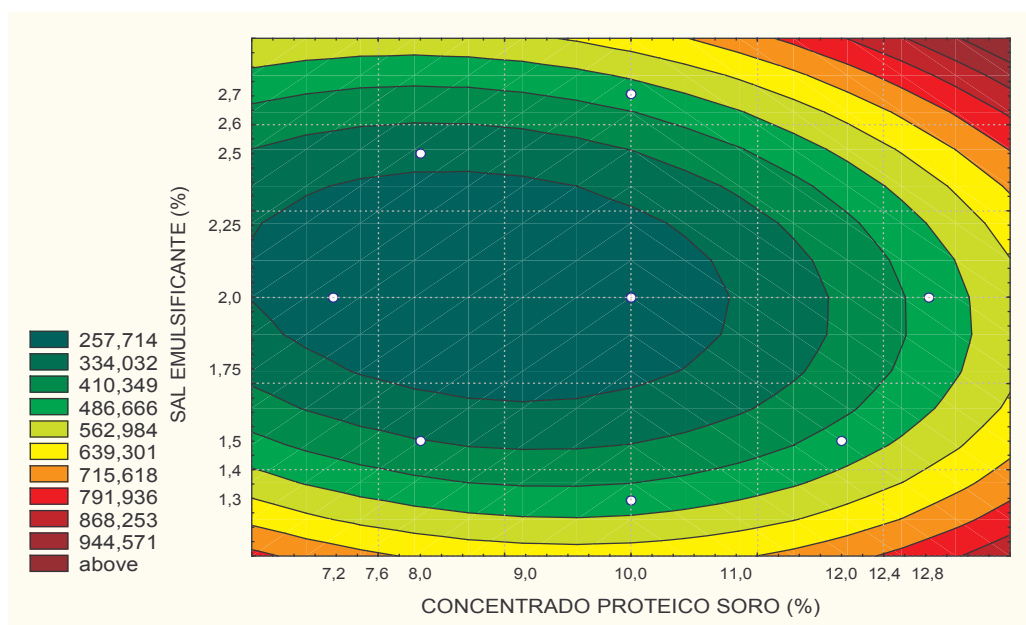
Figura 10. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Com base nos resultados satisfatórios da análise de variância ANOVA, pode-se obter o modelo codificado que descreve o parâmetro de textura instrumental de dureza, expresso na Equação a seguir descrita e construir a superfície de resposta (Figura 11).

$$\text{Text. Inst. Dureza} = 207,35 + 79,02 \cdot \text{CS} + 58,82 \cdot \text{CS}^2 + 121,16 \cdot \text{SE}^2 + 27,21 \cdot \text{CPS} \cdot \text{SE}$$



(a)



(b)

Figura 11. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de dureza.

Observa-se na Figura 11 (a) e (b) que os maiores valores de textura instrumental de dureza localizam-se na faixa de utilização entre 11,0 à 12,8% de concentrado protéico de soro e entre 2,5 e 2,7 % de sal emulsificante, o que corresponde a valores de dureza instrumental entre 715,61 a 944,57g.

Comparando-se as faixas de utilização de CPS e SE que se obteve às melhores respostas na textura instrumental de dureza com as de textura sensorial (Figuras 05, 07 e 09), percebe-se que às mesmas se encontram muito próximas uma das outras. Neste sentido, comparando-se os resultados da dureza instrumental com os resultados da cremosidade sensorial (notas entre 6,8 e 7,7), obtém-se valores ideais de dureza entre 410,3 a 562,9g (uso entre 11,0 e 12,4% de CPS e entre 2,25 e 2,6% de SE). Obtém-se também valores ideais da dureza de 486,6 à 562,9g (uso entre 11,5 e 12,4% de CPS e 2,4 à 2,6% de uso de SE) comparado com a pastosidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2) e obtém-se valores ideais de dureza de 410,3 e 486,6g (uso de 10,5 à 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de SE) com a espalhabilidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2).

3.4.2. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de adesividade

A Tabela 21 apresenta os efeitos das variáveis sobre o parâmetro de textura instrumental de adesividade. O concentrado protéico de soro linear e o sal emulsificante S10 quadrático exerceram efeito significativo sobre o parâmetro de textura instrumental de adesividade. Observou-se que à medida que o teor de CPS passa de 7,2% (nível -1,41) para 12,8% (nível +1,41) há um incremento de 811,82g.s. no valor da adesividade, enquanto que, com a passagem de 1,5% de sal emulsificante (nível -1) para 2,5% (nível +1) o valor da adesividade acresce 207,74g.s. (Tabelas 03 e 07).

Tabela 21. Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura instrumental de adesividade.

	Efeito	Erro Puro	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média	-354,94*	28,44*	-12,48*	0,001*	-445,46*	-264,43*
CPS(L)	-218,88*	63,79*	-3,43*	0,04*	-421,88*	-15,88*
CPS(Q)	-265,33	83,43	-3,18	0,05	-530,85	0,18
SE (Q)	-246,82*	47,53*	-5,19*	0,01*	-398,07*	-95,57*

Na Tabela 22 estão apresentados o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o parâmetro de textura instrumental de adesividade e a Tabela 23 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação foi de 0,91 e o teste F foi 4,34 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Pode ser observado na Figura 12 o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 22. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de dureza dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

	Coeficiente Regressão	Desvio Padrão	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. 95%
Média	-340,08*	28,53*	-11,92*	0,001*	-430,86*	-249,29*
CPS(L)	-52,95	27,86	-1,9	0,15	-141,6	35,7
CPS(Q)	-91,05	28,63	-3,18	0,05	-182,16	0,06
SE (Q)	-123,41*	23,76*	-5,19*	0,01*	-199,04*	-47,79*

Tabela 23. Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de adesividade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

Fonte Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	Fcalculado
Regressão	131716,6	3	43905,52	20,4
Resíduos	12917,91	6	2152,98	
Falta de ajuste	3152,67	3		
Erro puro	9765,24	3		
Total	144634,5	9		

Coefficiente de correlação: $R^2 = 0,91$; $F_{0,95;3;6} = 4,7$

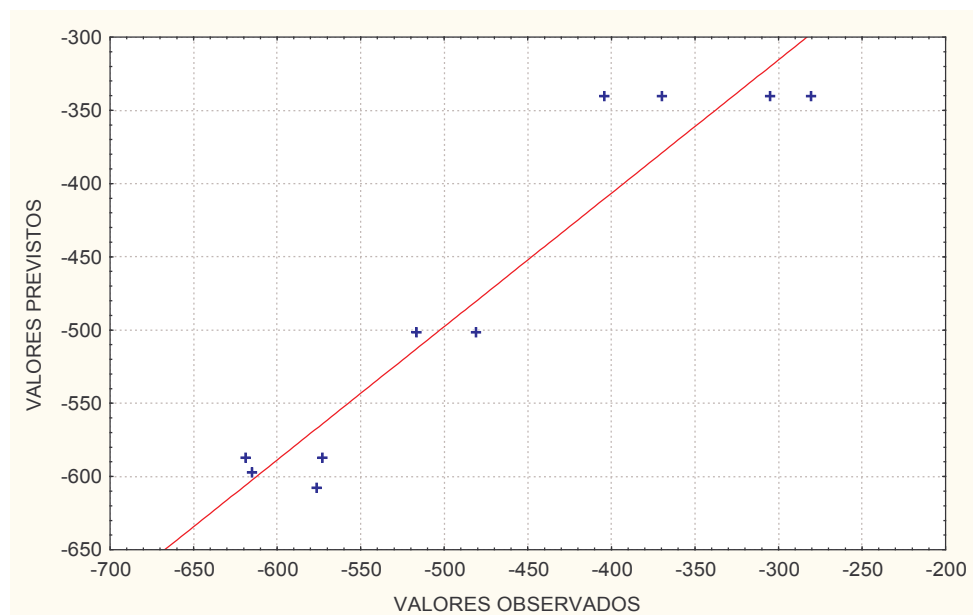
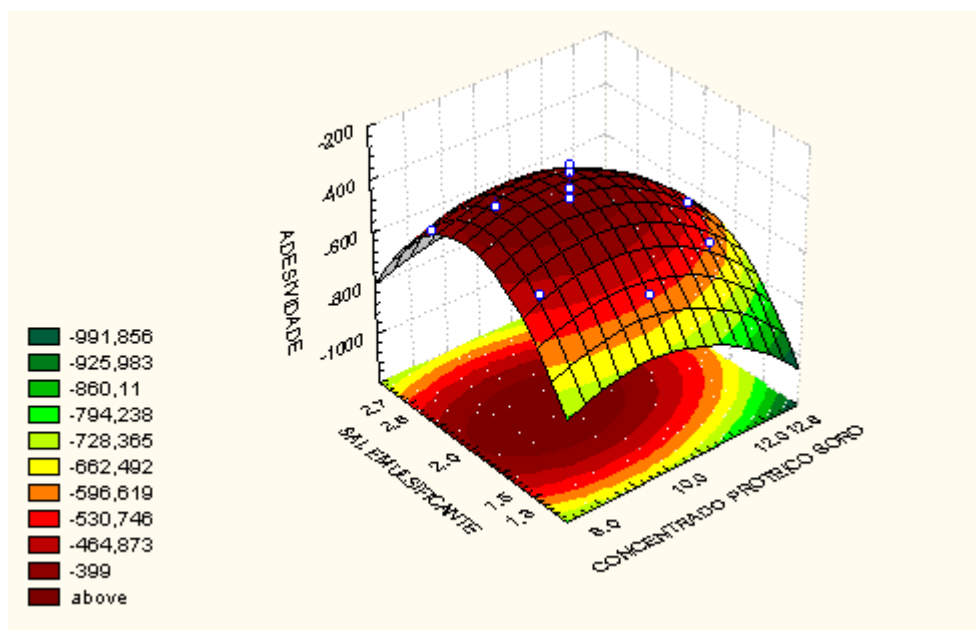


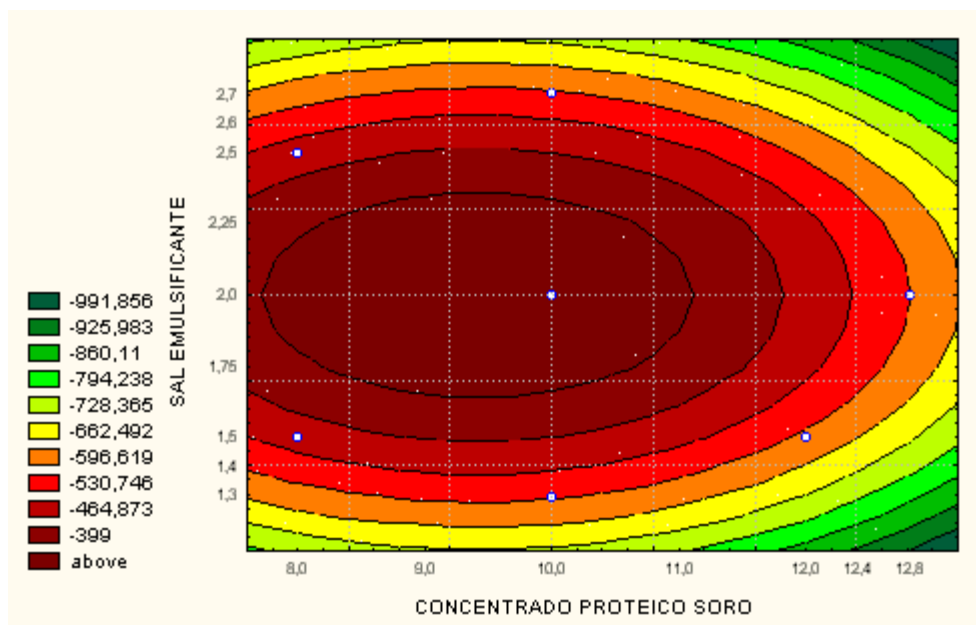
Figura 12. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Com base nos resultados satisfatórios da análise de variância ANOVA, pode-se obter o modelo codificado que descreve o parâmetro de textura instrumental de adesividade, expresso na Equação a seguir descrita e construir a superfície de resposta (Figura 13).

$$\text{Textura Instrumental Adesividade} = - 340,08 - 52,95 \cdot \text{CPS} - 91,05 \cdot \text{CPS}^2 - 123,41 \cdot \text{SE}^2$$



(a)



(b)

Figura 13. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de adesividade.

Observa-se na Figura 13 (a) e (b) que os maiores valores de textura instrumental de adesividade localizam-se na faixa de utilização entre 8,0 à 11,0% de concentrado protéico de soro e entre 1,75 e 2,25 % de sal emulsificante, o que corresponde a valores de adesividade instrumental de -399,0g.s.

As faixas de utilização de CPS e SE encontradas na textura instrumental de adesividade se encontram bem acima das encontradas em que se obteve às melhores avaliações na textura sensorial. Neste sentido, comparando-se os resultados da adesividade instrumental com os resultados da cremosidade sensorial (notas entre 6,8 e 7,7), obtém-se valores ideais de adesividade entre -662,4 e -399,0g.s. (uso entre 11,0 e 12,4% de CPS e entre 2,25 e 2,6% de SE). Obtém-se também valores ideais de adesividade de -662,4 e -530,7g.s (uso entre 11,5 e 12,4% de CPS e entre 2,4 e 2,6% de uso de SE) comparado com a pastosidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2) e obtém-se valores ideais de adesividade de -530,7g.s. (uso de 10,5 e 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de uso de SE) com a espalhabilidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2).

3.4.3. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade

A Tabela 24 apresenta os efeitos das variáveis sobre o parâmetro de textura instrumental de elasticidade. O concentrado protéico de soro quadrático exerceu efeito positivo não significativo sobre a resposta de textura de elasticidade. Tanto o sal emulsificante linear quando a interação entre CPS e SE exerceram efeito negativo sobre a elasticidade, o primeiro significativo e o segundo não significativo. Observou-se que à medida que o teor de CPS passa de 7,2% (nível -1,41) para 12,8% (nível +1,41) há uma redução 0,08 no valor da elasticidade, enquanto que, com a passagem de 1,3% de sal emulsificante (nível -1,41) para 2,7% (nível +1,41) o valor da elasticidade decresce 0,03 (Tabelas 03 e 07).

Tabela 24. Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade.

	Efeito	Erro Puro	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	0,039*	0,004*	9,93*	0,002*	0,027*	0,05*
CPS(Q)	0,007	0,014	0,53	0,63	-0,038	0,05
SE (L)	-0,027*	0,007*	-3,75*	0,033*	-0,05*	-0,004*
CPS x SE	-0,019	0,012	-1,6	0,21	-0,05	0,01

Na Tabela 25 estão apresentados o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade e a Tabela 26 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação foi de 0,68 e o teste F foi 1,14 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Pode ser observado na Figura 14 o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 25. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

	Coeficiente Regressão	Desvio Padrão	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média.	0,04	0,003	10,27	0,002	0,027	0,05
CPS(Q)	0,002	0,004	0,52	0,64	-0,01	0,02
SE(L)	-0,01	0,003	-3,37	0,04	-0,02	-0,0006
CPS x SE	-0,007	0,005	-1,51	0,23	-0,023	0,008

Tabela 26. Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de elasticidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Fcalculado
Regressão	0,0014	3	0,00048	4,9
Resíduos	0,0007	7	0,0001	
Falta de ajuste	0,0004	4		
Erro puro	0,003	3		
Total	0,0022	10		

Coeficiente de correlação: $R = 0,68$; $F_{0,95;3;7} = 4,3$

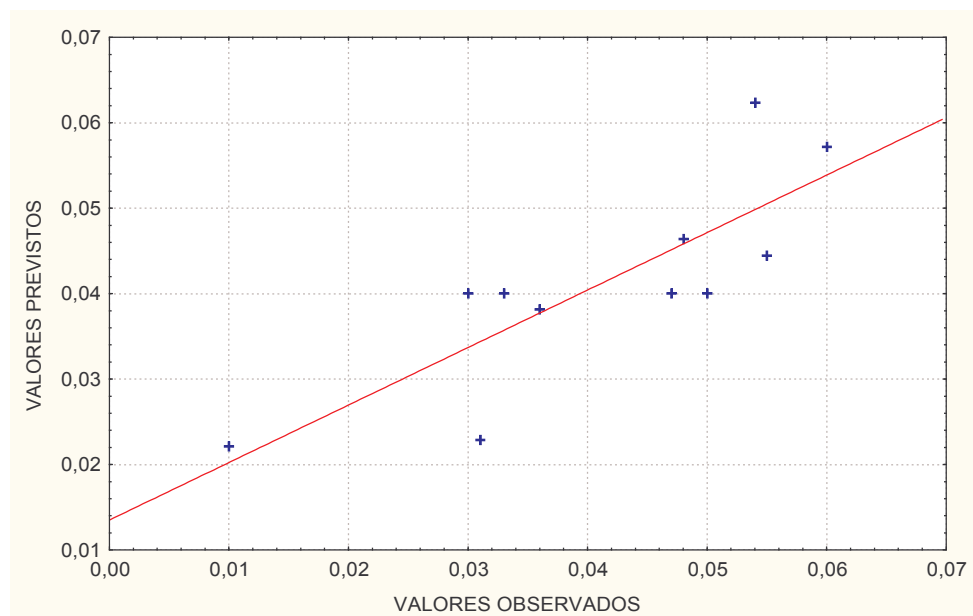
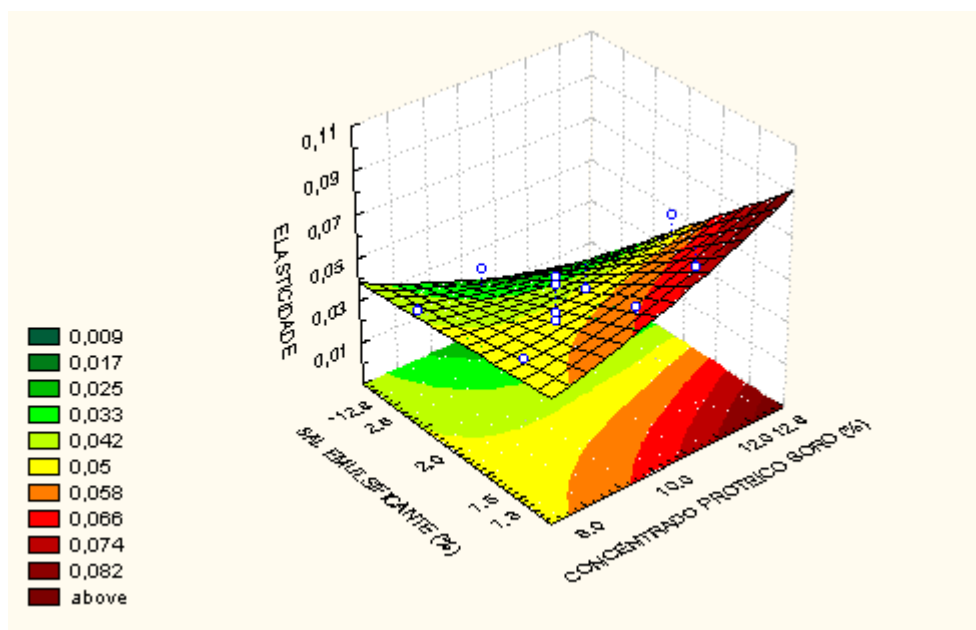


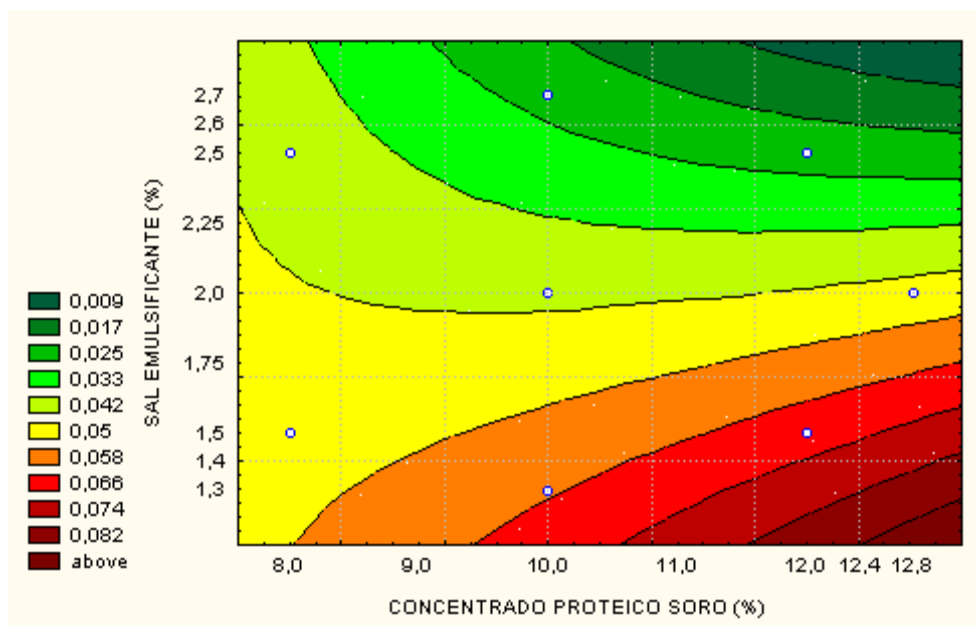
Figura 14 Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Com base nos resultados da análise de variância ANOVA, pode-se obter o modelo codificado que descreve o parâmetro de textura instrumental de elasticidade, expresso na Equação a seguir descrita e construir a superfície de resposta (Figura 15).

$$\text{Textura Instrumental Elasticidade} = 0,04 + 0,002 \cdot \text{CPS}^2 - 0,01 \cdot \text{SE} - 0,007 \cdot \text{CPS} \cdot \text{SE}$$



(a)



(b)

Figura 15. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de elasticidade.

Observa-se na Figura 15 (a) e (b) que os maiores valores de textura instrumental de elasticidade localizam-se na faixa de utilização entre 9,5 e 11,5% de concentrado protéico de soro e entre 1,3 e 1,75 % de sal emulsificante o que corresponde a valores de elasticidade instrumental de 0,058 a 0,074.

As faixas de utilização de CPS e SE encontradas na textura instrumental de elasticidade se encontram é maior comparado com as faixas encontradas em que se obteve às melhores avaliações na textura sensorial. Comparando-se os resultados da dureza instrumental com os resultados da cremosidade sensorial (notas entre 6,8 e 7,7), obtém-se valores ideais de elasticidade entre 0,025 à 0,033 (uso entre 11,0 e 12,4% de CPS e entre 2,25 e 2,6% de SE). Obtém-se também valores ideais de elasticidade de 0,025 (uso entre 11,5 e 12,4% de CPS e entre 2,4 e 2,6% de uso de SE) comparado com a pastosidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2) e obtém-se valores ideais de elasticidade de 0,033 (uso de 10,5 e 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de uso de SE) comparado com a espalhabilidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2).

3.4.4. Otimização para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade

Na Tabela 27 constam os efeitos das variáveis sobre o parâmetro de textura instrumental de gomosidade. O concentrado protéico de soro quadrático exerceu um efeito negativo porém não significativo sobre a resposta de textura instrumental de gomosidade. O sal emulsificante S10 quadrático exerceu efeito positivo significativo sobre o parâmetro de textura instrumental de gomosidade, no entanto, o efeito do sal emulsificante linear foi positivo, porém não significativo sobre a gomosidade. Observou-se que à medida que o teor de CPS passa de 8,0% (nível -1) para 12,0% (nível +1) há uma redução de 90,7 no valor da gomosidade, enquanto que, com a passagem de 1,5% de sal emulsificante (nível -1) para 2,5% (nível +1) o valor da gomosidade acresce 207,74 (Tabelas 03 e 07).

Tabela 27. Estimativa dos efeitos para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade.

	Efeito	Erro Puro	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média*	162,13*	16,01*	10,12*	0,002*	111,17*	213,08*
CPS(Q)	-106,75	51,45	-2,07	0,13	-270,49	56,99
SE(L)	5,75	33,83	0,17	0,87	-101,92	113,43
SE(Q)*	287,39*	50,99*	5,64*	0,01*	125,12*	449,66*
CPS x SE	-108,37	45,92	-2,36	0,09	-254,50	37,76

Na Tabela 28 estão apresentados o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade e a Tabela 29 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação foi de 0,93 e o teste F foi 3,09 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Pode ser observado na Figura 16 o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 28. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

	Coeficiente Regressão	Desvio Padrão	t(3)	p	L. C. -95%	L. C. +95%
Média	165,66*	16,22*	10,21*	0,002*	114,02*	217,29*
CPS(Q)	-32,41	15,93	-2,03	0,13	-83,11	18,29
SE(L)	-45,00	15,02	-2,99	0,057	-92,81	2,79
SE(Q)	96,27*	17,07*	5,64*	0,01*	41,94*	150,59*
CPS x SE	-37,42	16,22	-2,31	0,10	-89,05	14,21

Tabela 29. Análise de variância para o parâmetro de textura instrumental de gomosidade dos requeijões cremosos com concentrado protéico de soro.

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus Liberdade	Quadrado Médio	Fcalculado
Regressão	40927,67	4	10231,92	16,1
Resíduos	3165,034	5	633,0067	
Falta de ajuste	6,532682	2		
Erro puro	3158,501	3		
Total	44092,7	9		

Coefficiente de correlação: $R = 0,93$; $F_{0,95;4;5} = 5,2$.

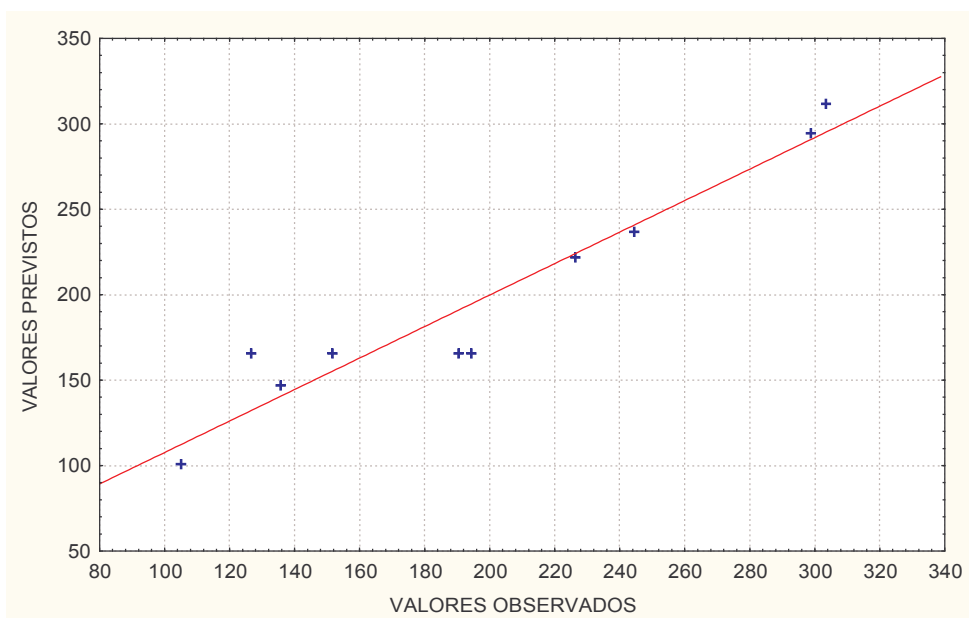
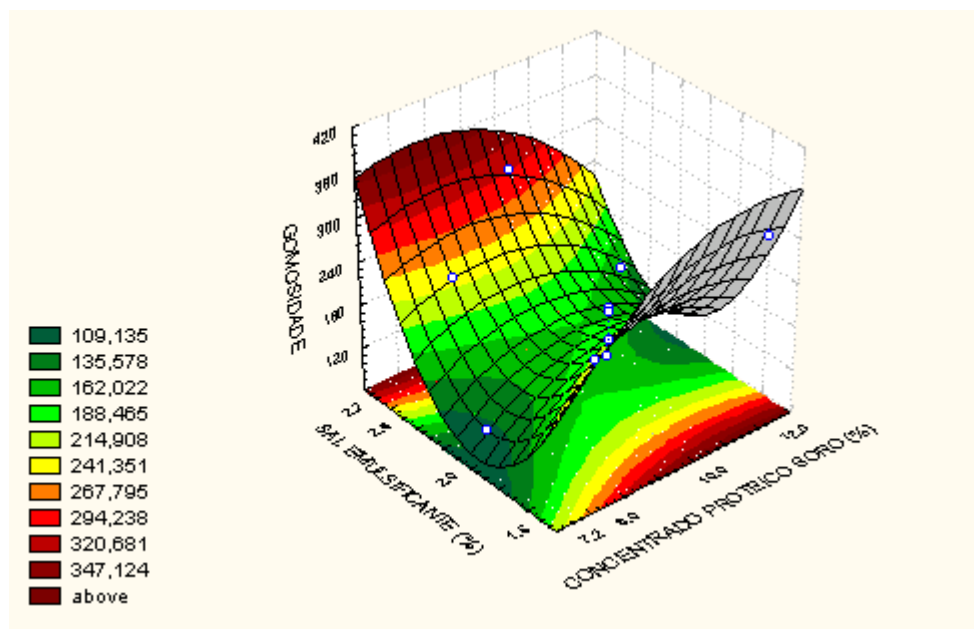


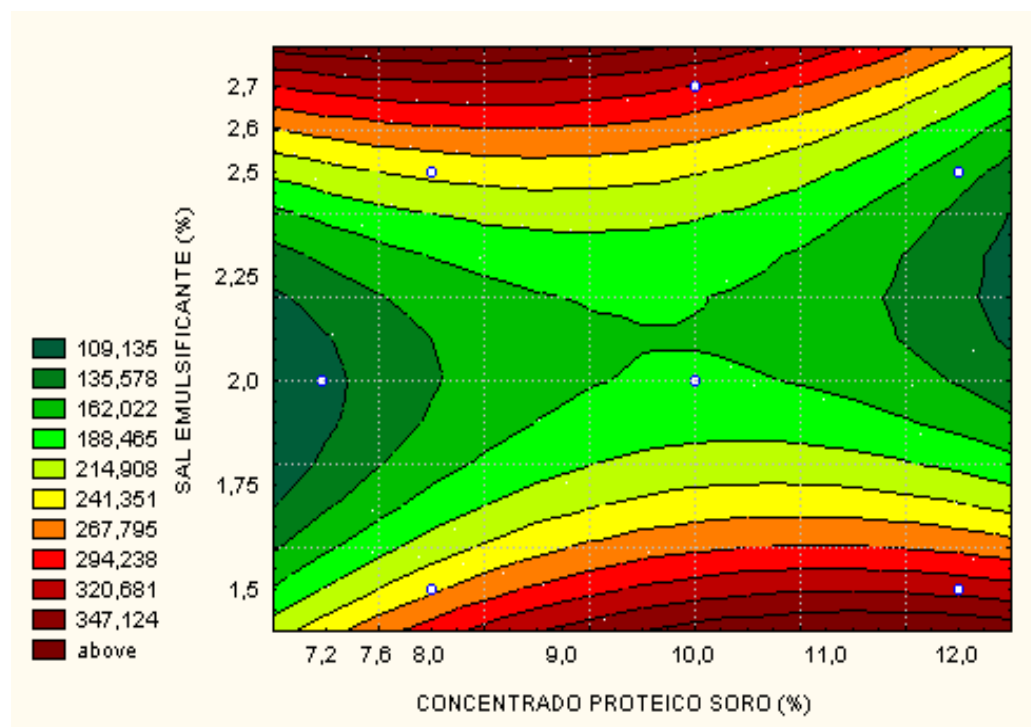
Figura 16. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Com base nos resultados da análise de variância ANOVA, pode-se obter o modelo codificado que descreve o parâmetro de textura instrumental de gomosidade, expresso na Equação a seguir descrita e construir a superfície de resposta (Figura 17).

$$\text{Text.Inst gomosida.} = 165.66 - 32.41 \cdot \text{CPS}^2 - 45.0 \cdot \text{SE} + 96.27 \cdot \text{SE}^2 - 37.42 \cdot \text{CPS} \cdot \text{SE}$$



(a)



(b)

Figura 17. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) da influência do concentrado protéico de soro (CPS) versus sal emulsificante (SE) sobre o parâmetro de textura instrumental de gomosidade.

Observa-se na Figura 17 (a) e (b) que os maiores valores de textura instrumental de gomosidade localizam-se na faixa de utilização entre 9,5 e 12,8% de concentrado protéico de soro e entre 1,3 e 1,5 % de sal emulsificante o que corresponde a valores de gomosidade instrumental de 347,12.

As faixas de utilização de CPS e SE encontradas na textura instrumental de gomosidade é maior comparado com as faixas encontradas em que se obteve às melhores avaliações na textura sensorial. Comparando-se portanto, os resultados da gomosidade instrumental com os resultados da cremosidade sensorial (notas entre 6,8 e 7,7), obtém-se valores ideais de gomosidade entre 109,1 a 214,9 (uso de 11,0 e 12,4% de CPS e de 2,25 a 2,6% de SE). Obtém-se também valores ideais na gomosidade entre 135,5 a 188,4 (uso de 11,5 e 12,4% de CPS e de 2,4 e 2,6% de SE) comparado com a pastosidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2) e obtém-se valores ideais na gomosidade entre 135,5 à 188,4 (uso de 10,5 e 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de SE) comparado com a espalhabilidade sensorial (notas entre 7,6 e 8,2).

4. CONCLUSÕES

- Existe uma relação inversamente proporcional na maioria dos resultados do extrato seco total, conteúdo de minerais e proteína total dos ensaios com a coesividade, entretanto há uma relação diretamente proporcional entre a umidade e a coesividade, indicando que com o aumento da umidade os produtos se tornam mais coesivos
- Os resultados sugerem que ocorre uma relação diretamente proporcional entre os atributos de cremosidade, pastosidade e espalhabilidade com a coesividade, pois à medida que aumenta o valor das notas atribuídas pelos provadores nos ensaios à coesividade também aumenta.

- Os maiores valores da textura sensorial de cremosidade estão localizados na faixa de utilização entre 11,0 e 12,4% de concentrado protéico de soro e entre 2,25 e 2,6% de sal emulsificante nos requeijões e corresponde à nota média entre 6,8 e 7,7 pontos na escala de intensidade.
- As condições de processo em que se obteve às melhores notas de textura sensorial de pastosidade estão localizados entre a faixa de utilização de 11,5 e 12,4% de concentrado protéico de soro e entre 2,4 e 2,6% de uso do sal emulsificante nos requeijões e corresponde a nota média entre 7,3 a 7,7 pontos, na escala de intensidade.
- As condições de processo em que se obteve às melhores notas de textura sensorial de espalhabilidade estão localizados entre a faixa de utilização de 10,5 e 12,0% de concentrado protéico de soro e entre 2,25 e 2,5% de uso do sal emulsificante nos requeijões e corresponde a nota média entre 7,6 e 8,2 pontos, na escala de intensidade.
- Obtiveram-se valores ideais de dureza entre 410,3 a 562,9g (uso entre 11,0 e 12,4% de CPS e entre 2,25 e 2,6% de SE) comparado com a cremosidade sensorial, de valores ideais da dureza de 486,6 à 562,9g (uso entre 11,5 e 12,4% de CPS e 2,4 à 2,6% de uso de SE) comparado com a pastosidade sensorial e de valores ideais de dureza de 410,3 e 486,6g (uso de 10,5 à 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de SE) comparado com a espalhabilidade sensorial.
- Obtiveram-se valores ideais de adesividade entre -662,4 e -399,0g.s. (uso entre 11,0 e 12,4% de CPS e entre 2,25 e 2,6% de SE) comparado a cremosidade sensorial, de valores ideais de adesividade de -662,4 e -530,7g.s (uso entre 11,5 e 12,4% de CPS e entre 2,4 e 2,6% de uso de SE) comparado com a pastosidade sensorial e de valores ideais de adesividade de -530,7g.s. (uso de 10,5 e 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de uso de SE) com a espalhabilidade sensorial.
- Obtiveram-se valores ideais de elasticidade entre 0,025 à 0,033 (uso entre 11,0 e 12,4% de CPS e entre 2,25 e 2,6% de SE) comparado a cremosidade sensorial, de valores ideais de elasticidade de 0,025 (uso entre 11,5 e 12,4% de CPS e entre 2,4 e 2,6% de uso de SE)

comparado com a pastosidade sensorial e de valores ideais de elasticidade de 0,033 (uso de 10,5 e 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de uso de SE) comparado com a espalhabilidade sensorial.

- Obtiveram-se valores ideais de gomosidade entre 109,1 a 214,9 (uso de 11,0 e 12,4% de CPS e de 2,25 a 2,6% de SE) comparado a cremosidade sensorial, de valores ideais na gomosidade entre 135,5 a 188,4 (uso de 11,5 e 12,4% de CPS e de 2,4 e 2,6% de SE) comparado com a pastosidade sensorial e de valores ideais na gomosidade entre 135,5 à 188,4 (uso de 10,5 e 12,0% de CPS e entre 2,25 e 2,5% de SE) comparado com a espalhabilidade sensorial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIZADEH, M.; HAMED, M.; KHOSROSHAHI, A. Optimizing sensorial quality of Iranian white brine cheese using response surface methodology. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 4, p. 299-303, 2005.

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., Assoc. **Official Analytical Chemists**, 1995. v.1.

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., Assoc. **Official Analytical Chemists**, 1995. v.2.

ARTEAGA, G. E.; LI-CHAN, E.; VAZQUEZ, M. C.; NAKAI, S. Systematic experimental designs for product formula optimisation. **Trends Food Science and Technology**, v. 5, p. 243-254, 1994.

BARROS NETO, B. de; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Editora Unicamp, 1995.

DRAKE, M. A.; TRUONG, V. D.; DAUBERT, C. R. Rheological and sensory properties of reduced-fat processed cheeses containing lecithin. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 4, p. 744-747, 1999.

ELLEKJAER, M. R.; ILSENG, M. A.; NAES, T. A case study of the use of experimental design and multivariate analysis in product improvement. **Food Quality and Preference**, v. 7, n. 1, p. 29-36, 1996.

GARRUTI, D. Dos S.; BRITO, E. S. de; BRANDÃO, T. M.; UCHÔA Jr, P.; da SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003.

GWARTNEY, E. A.; FOEGEDING, E. A.; LARICK, D. K. The texture of commercial full-fat and reduced-fat cheese. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 812-816, 2002.

LEE, S. K.; BUWALDA, R. J.; EUSTON, S. R.; FOEGEDING, E. A.; McKENNA, A. B. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v. 36, p. 339-345, 2003.

LERAYER, A.L.S.; CARVALHO, A. F. de; BUCIONE, A.; KESTENER, B. M. A. C.; MOSQUIM, M. C. A.; NUTTI, M. R.; SIMÃO FILHO, P. **Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais, diet, light e enriquecidos**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1998, 212p.

ROSENTHAL, A. J. **Food texture measurement and perception**. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publication, 1999, 305p.

SAS. **User's guide: statistics**. Version 6^o edition. Sas Inst.Inc. Cary. NC, 1989.

6. ANEXO A

Tabela 30. Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco.

Amostra/ Ingrediente (g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Massa Coagulada	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Sal Emulsificante	90	162	120	120	78	150	120	120	120	120	120	120	90	150	120	120	120	120
Cloreto de Sódio	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Concentrado Protéico de Soro	720	600	600	0	600	480	600	0	432	768	600	0	480	720	600	0	600	600
Manteiga	4232	4339	4259	4102	4178	4285	4259	4102	4215	4303	4259	4102	4170	4348	4259	4102	4259	4259
Água	724	1013	873	1120	733	1022	873	1120	942	804	873	1120	823	924	873	1120	891	856

ANEXO B

Tabela 31. Processo de ultrafiltração de soro de queijo.

Matéria-Prima Soro de Ultrafiltração		Condição de Operação do processamento			Membrana de Ultrafiltração		
Volume inicial (Kg)	pH	T (°C)		ΔP (bar)		Volume de permeado (Kg)	Volume de concentrado obtido (Kg)
160,845						148,64	8,700

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
08:57:40 (Início)	-	-				
00:00:00						
00:05:00	4,815	4,815	1,0308	1,9	2,4	54
00:10:00	3,505	8,320	1,0545	1,9	2,4	54
00:15:00	3,310	11,630	1,0779	1,9	2,4	54
00:20:00	3,125	14,755	1,1009	1,9	2,4	53
00:25:00	3,145	17,900	1,1252	1,9	2,4	51
00:30:00	2,960	20,860	1,1490	1,9	2,4	51
00:35:00	3,010	23,870	1,1742	1,9	2,4	51
00:40:00	2,990	26,860	1,2004	1,9	2,4	51
00:45:00	2,955	29,815	1,2275	1,9	2,4	50
00:50:00	3,025	32,840	1,2565	1,9	2,4	53
00:55:00	3,020	35,860	1,2869	1,9	2,4	53
01:00:00	3,000	38,860	1,3185	1,9	2,4	54
01:05:00	2,870	41,730	1,3503	1,9	2,4	54
01:10:00	2,900	44,630	1,3840	1,9	2,4	54
01:15:00	3,005	47,635	1,4207	1,9	2,4	54
01:20:00	2,670	50,305	1,4550	1,9	2,4	54
01:25:00	2,795	53,100	1,4928	1,9	2,4	55
01:31:00	3,300	56,400	1,5399	1,9	2,4	55
01:35:00	2,160	58,560	1,5725	1,9	2,4	55
01:40:00	2,660	61,220	1,6145	1,9	2,4	54
01:45:00	2,655	63,875	1,6587	1,9	2,4	54
01:50:00	2,610	66,485	1,7045	1,9	2,4	54
01:55:00	2,610	69,095	1,7530	1,9	2,4	55
02:00:00	2,565	71,660	1,8034	1,9	2,4	55

Tabela 31. Processo de ultrafiltração de soro de queijo (Continuação)

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
02:06:00	3,030	74,690	1,8669	1,9	2,4	55
02:10:00	2,000	76,690	1,9112	1,9	2,4	55
02:15:00	2,405	79,095	1,9675	1,9	2,4	54
02:20:00	2,345	81,440	2,0256	1,9	2,4	54
02:25:00	2,285	83,725	2,0856	1,9	2,4	52
02:30:00	2,350	86,075	2,1511	1,9	2,4	52
02:35:00	2,330	88,405	2,2203	1,9	2,4	52
02:40:00	2,335	90,740	2,2943	1,9	2,4	53
02:45:00	2,355	93,095	2,3740	1,9	2,4	53
02:50:00	2,335	95,430	2,4588	1,9	2,4	53
02:55:00	2,295	97,725	2,5482	1,9	2,4	53
03:00:00	2,290	100,015	2,6441	1,9	2,4	53
03:05:00	2,255	102,270	2,7459	1,9	2,4	54
03:10:00	2,230	104,500	2,8546	1,9	2,4	55
03:15:00	2,185	106,685	2,9698	1,9	2,4	55
03:20:00	2,140	108,825	3,0919	1,9	2,4	55
03:25:00	2,045	110,870	3,2185	1,9	2,4	55
03:30:00	1,885	112,755	3,3446	1,9	2,4	54
03:35:00	1,815	114,570	3,4758	1,9	2,4	52
03:40:00	1,830	116,400	3,6189	1,9	2,4	52
03:45:00	1,935	118,335	3,7836	1,9	2,4	52
03:50:00	1,965	120,300	3,9670	1,9	2,4	52
03:55:00	1,970	122,270	4,1696	1,9	2,4	52
04:00:00	1,950	124,220	4,3916	1,9	2,4	52
04:05:00	1,925	126,145	4,6353	1,9	2,4	53
04:11:00	2,315	128,460	4,9666	1,9	2,4	53
04:15:00	1,525	129,985	5,2120	1,9	2,4	54
04:20:00	1,910	131,895	5,5559	1,9	2,4	55
04:25:00	1,880	133,775	5,9418	1,9	2,4	55
04:30:00	1,850	135,625	6,3776	1,9	2,4	54
04:35:00	1,805	137,430	6,8693	1,9	2,4	53
04:40:00	1,620	139,050	7,3799	1,9	2,4	51
04:45:00	1,655	140,705	7,9863	1,9	2,4	53
04:50:00	1,670	142,375	8,7084	1,9	2,4	54
04:55:00	1,595	143,970	9,5315	1,9	2,4	54
05:00:00	1,475	145,445	10,4444	1,9	2,4	54
TOTAL			10,44			

$$Fc = (\text{Volume inicial de soro} - \text{Volume total parcial acumulado}) / \text{Volume inicial de soro}$$

CAPÍTULO 8

EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO E SAL EMULSIFICANTE SOBRE AS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE REQUEIJÃO CREMOSO

RESUMO

Uma alternativa nas indústrias laticinistas que produzem soro em abundância é a obtenção de concentrado protéico de soro por ultrafiltração, que poderá ser utilizado como ingrediente na fabricação do requeijão cremoso proporcionando propriedades funcionais. O conhecimento do comportamento reológico de produtos lácteos como o requeijão cremoso é essencial para o seu processo de desenvolvimento e avaliação, controle de qualidade e aceitação pelo consumidor, e o conhecimento de sua viscosidade é necessário para operações de modelização e otimização tecnológica. Propriedades reológicas e de textura são grandemente influenciadas pela composição química, pH, maturação da mistura de massa de queijos, tipo e quantidade de sais emulsificantes e condições de processamento, de temperatura e resfriamento da massa derretida. Neste estudo, os experimentos foram conduzidos através de planejamento experimental e análise de superfície de respostas, determinando-se a influência de diferentes teores de concentrado de soro e sal emulsificante sobre a viscosidade, medidos pelo índice de comportamento (η) e teste de derretimento (escorrimento) do requeijão cremoso. O planejamento experimental consistiu de quatro ensaios, quatro pontos axiais e 04 pontos centrais, totalizando 12 ensaios, através dos quais obteve-se um índice de comportamento (η) mínimo $\eta = 0,51$ para amostra 07 (produto mais viscoso) e máximo $\eta = 0,80$ para a amostra 08 (produto menos viscoso). A fluidez (derretimento) dos requeijões é maior nos maiores níveis de utilização de concentrado protéico de soro e sal emulsificante. Foi evidente a relação que existe entre o teor de proteína total e umidade com o índice de consistência das amostras, observando-se que com o aumento do teor de proteína da amostra aumenta também o índice de consistência, entretanto com o aumento da umidade há redução na consistência dos produtos.

CHAPTER 8

EFFECT OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF WHEY PROTEIN CONCENTRATE AND EMULSIFYING SALT ON “REQUEIJÃO” CREMOSO”RHEOLOGICAL PROPERTIES

SUMMARY

The production of whey protein concentrate by ultrafiltration is an alternative to industry that produces whey in abundance and whose product, it may be utilized as ingrediente in the manufacture of “requeijão cremoso”, providing functional properties. To know the rheological behaviour of dairy products as “requeijão cremoso” is essential for process development and evaluation, quality control and consumer acceptance, and the viscosity knowledge it is necessary for modelization operations and technological optimization. Rheological and texture properties are greatly influenced by chemical composition as protein, total solids, fat on dry matter, maturation of cheese mixture paste, type and quantity of emulsifying salts, and processing conditions of temperature and cooling melted paste. In this work, the experiments were performed by use of statistical methods for experimental design and response surface determining the influence of different levels of whey protein concentrate and emulsifying salts on viscosity, measured by flow behaviour index (η) and melting test (flowing) of “requeijão cremoso”. The experimental design included four assay, four axis point and four centre points, resulting in 12 experimental runs and obtained flow behaviour index, minimum $\eta = 0,51$ in sample 07 (product more viscous) and maximum $\eta = 0,80$ in sample 08 (product less viscous). The melting capacity of “requeijão cremoso” is bigger in the highest levels of whey protein concentrate and emulsifying salts. Was evident the relationship between protein e moisture content with consistency index (k) of samples, observed that increasing the protein content in samples, increase also consistency index (k), but increasing the moisture content decreased the consistency index (k) products.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento reológico de alimentos é essencial para o seu processo de desenvolvimento e avaliação, controle de qualidade e aceitação pelo consumidor (RAO, 1977) e o conhecimento de sua viscosidade é necessário para operações de modelização e otimização tecnológica (DIMITRELI & THOMAREIS, 2004). FOEGEDING et al (2003) relatam que a reologia de alimentos é a ciência que investiga a relação entre a tensão (σ), força (γ) e tempo de extensão de alimentos para compreender os efeitos do processamento sobre os produtos, a estrutura do sistema e revela aspectos críticos da textura do alimento.

De acordo com o que relata RAO (1977), a viscosidade de um alimento líquido depende da temperatura e da composição, e pode também depender da taxa de corte e tensão de cisalhamento além da duração do corte. SINGH & HELDMAN (1993) relatam que o coeficiente de viscosidade de um líquido é significativamente influenciado pela temperatura que muitas vezes é alterada significativamente durante operações de processamento e isto é importante para obter valores de viscosidade apropriada. Esta dependência em relação a temperatura requer que durante a realização das medidas de viscosidade, cuidados extras sejam tomados para evitar flutuações de temperatura.

Vários são os modelos independentes do tempo utilizados para determinar o comportamento reológico de fluidos, com tensão residual, como os modelos de Bingham, Herschel-Bulkley e Casson, e sem tensão residual dos quais dois são normalmente utilizados como o modelo Newtoniano e o modelo da Lei de Potência expressada pela equação de Ostwald-de-Waele, $\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$, onde K é o índice de consistência e n é o índice de comportamento. O parâmetro n pode assumir valores menores, iguais ou maiores que a unidade. Para valores de n menores que a unidade, a viscosidade aparente decresce com o aumento do gradiente de velocidade e o fluido é dito pseudoplástico. O modelo da lei da potência, devido à sua simplicidade, é um dos mais difundidos na literatura, e a maioria dos procedimentos existentes para cálculos relacionados com fluidos não-newtonianos baseia-se nele (VITALI, 1983). Como a grande maioria dos alimentos, o requeijão possui um comportamento pseudoplástico e em alguns casos como tixotrópico (BARONI et al, 1999).

PISKA & STETINA (2004) avaliaram que, aumentando a quantidade de uso de queijos maturados utilizados como ingredientes na fabricação de queijos processados, ocorreram diminuição no índice de consistência e de comportamento e nos parâmetros de textura de dureza, adesividade e viscosidade. Segundo CARIC & KALÁB (1993), a principal vantagem da utilização de queijos frescos como ingredientes na fabricação de queijos processados, é a redução de custos, a formação de emulsões estáveis com alta capacidade de retenção de água e a formação de corpo, ao passo que, como desvantagem pode ser a produção de um queijo com sabor insípido e com tendência de endurecer durante armazenamento. Por conseguinte, a utilização de alto conteúdo de queijos extra-maturados na mistura resulta no desenvolvimento de um produto com máximo sabor, boas propriedades de fluxo e alto índice de derretimento, entretanto, apresenta como desvantagem um sabor forte, baixa estabilidade de emulsão e consistência mole.

De acordo com GARRUTI et al (2003) 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 e cristalizada.

No estudo de reologia de queijo processado realizado por BROWN et al (2003) revelaram que as propriedades reológicas foram altamente associadas aos parâmetros de dureza e elasticidade. A combinação do teste de fratura e arrastamento definiu cinco propriedades reológicas que correlacionaram com oito dos dez termos sensoriais analisados. O estudo sugere ainda que propriedades reológicas fundamentais podem ser usadas para compreender a textura de queijos.

Quando estudaram a viscosidade aparente de queijos processados, DIMITRELI & THOMAREIS (2004), concluíram que, a medida que ocorre aumento no conteúdo de umidade, ocorre também aumento no índice de comportamento, e o fluído tende a assumir comportamento Newtoniano. O índice de comportamento é também aumentado pelo aumento da temperatura.

MLEKO (2004) estudou as propriedades reológicas de produtos comerciais a base de soro, como soro em pó, soro em pó desmineralizado, concentrado protéico de soro e isolado protéico de soro. A influência da concentração de proteína em diferentes

dispersões de proteína de soro indicaram que as dispersões de soro em pó mostraram uma alta dependência do índice de consistência sobre a concentração protéica. Gordura e minerais foram provavelmente os constituintes que influenciaram altamente a viscosidade das dispersões dos produtos à base de soro. A viscosidade do soro em pó e do concentrado protéico de soro à base de 30% foram altamente dependentes da concentração protéica.

O objetivo deste estudo foi determinar a influência de diferentes teores de concentrado de soro e sal emulsificante sobre a viscosidade, medidos pelo índice de comportamento (η) e capacidade de derretimento dos requeijões cremosos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção da matéria-prima

O leite desnatado, a massa coagulada (MC), o soro de queijo, além da manteiga (MA), foram obtidos na própria unidade de processamento da Indústria e Comércio de Laticínios Bombardelli Ltda, em que foram fabricados os requeijões cremosos estudados.

2.2. Obtenção do concentrado protéico de soro

Para realizar a ultrafiltração foi utilizado o próprio soro obtido da precipitação da massa coagulada. O soro foi separado, pasteurizado, acondicionado em latões de 50 litros e guardado em câmara de resfriamento à 5⁰C, até o seu uso. Antes do início da ultrafiltração o soro foi previamente aquecido a 54⁰C. O concentrado protéico de soro (CPS) foi obtido à partir da ultrafiltração de 150 litros de soro, em uma unidade piloto de ultrafiltração adaptada para uso em membrana Carbosep minerais de PM(Peso Molecular) de corte de 20000 Daltons, a 55⁰C, pressão de entrada 2,4 Kg/cm² e saída de 1,5 Kg/cm². No processo de ultrafiltração do soro o fator final de concentração obtido foi de FC 1:10,44 (Tabela 15). O concentrado protéico de soro (CPS) foi imediatamente pesado e resfriado em água gelada até atingir 5⁰C, e então guardado em câmara de resfriamento a 5⁰C até o seu uso.

2.3.Procedimento de cálculo das formulações

Para realizar o balanço de constituintes das formulações, foram obtidos a percentagem de sólidos totais (ST), gordura da massa coagulada (MC), concentrado de soro e gordura da manteiga (MA).

Para conhecer a quantidade de água condensada e incorporada ao requeijão, partiu-se de um volume conhecido, operando-se a máquina de fusão nas mesmas condições dos processamentos e, por diferença, realizada a pesagem do volume final obtido. As formulações constam na Tabela 14.

2.4. Processo de fabricação dos requeijões

2.4.1. Fabricação da manteiga

Para fabricação da manteiga foi utilizado creme de leite, estocado a cinco dias a 5⁰C, batido em um tacho em aço inox da marca Parmamec, modelo Tace, com capacidade para 1000 litros, dotado de sistema de injeção direta de vapor. Após remoção e lavagem do leitelho, a manteiga foi acondicionada em baldes plásticos de PVC previamente sanificados e guardada em câmara de resfriamento a 5⁰C até o seu uso.

2.4.2. Preparo da massa coagulada

O processo de precipitação foi realizado com a adição de 11,0 litros de ácido láctico de padrão alimentar, com 85% pureza (diluído na proporção de 1:1, ácido láctico:água) e 750 ml de cloreto de cálcio (diluído na proporção de 1:1, cloreto de cálcio:água), em relação ao volume 2000 litros de leite, aquecido à uma temperatura de 48⁰C. A massa coagulada, após ter sido separada do soro, foi lavada sucessivamente, até a acidez da água do último enxágue atingir 2⁰Dornic.

Para obter uma massa coagulada com maior extrato seco total, foi retirada a maior quantidade possível de soro, acondicionando-se a mesma em sacos de polietileno, dispostos sobre um estrado, dentro de baldes plásticos com capacidade de 20 kg, previamente sanitizados. A massa permaneceu em repouso por um período de aproximadamente dois dias, para escorrimento do soro, em câmara de resfriamento a 5⁰C, sendo, após este período, coletado amostra para determinação das análises físico-químicas.

2.4.3. Fabricação e envase dos requeijões cremosos

Os requeijões cremosos foram fabricados em uma máquina homogeneizadora-trituradora Biasinox, modelo 5690, com capacidade para 56 kg, com controle de velocidade de agitação, aquecimento por injeção direta de vapor e filtro de linha para produção de vapor sanitário. O processo de fusão foi realizado em duas etapas de cozimento. Na primeira etapa de cozimento, foram transferidas para a máquina homogeneizadora/trituradora, a massa coagulada, o cloreto de sódio, o sal emulsificante à base de polifosfato de sódio Dairy Cream 10, produzido pela Germinal e água, e realizada a fusão a uma temperatura de 90°C/3 minutos. Para controle da temperatura, a válvula de vapor foi controlada manualmente, até atingir a temperatura e tempo desejados. Na segunda etapa de cozimento, foram adicionados o CPS e a manteiga, mantendo-se o processo à temperatura de 85°C/2 minutos. Em seguida, os requeijões foram retirados da máquina de fusão e envasados em copos plásticos à quente com capacidade de 500g. Os copos foram selados em envasadora mecânica DMOM Máquinas, modelo DMS 4000, com capacidade de envase de 1600 potes por hora, acondicionados em caixas de papelão, com capacidade de 24 potes e armazenadas em câmara de resfriamento a 5°C.

2.5. Amostragem e acondicionamento do produto

Amostras de leite, massa coagulada, soro, concentrado protéico de soro e manteiga, foram coletadas logo após sua obtenção, em frascos de vidro com capacidade de 250 ml, com três repetições cada, duas congeladas e uma resfriada a 5°C, imediatamente após o acondicionamento nos frascos.

As amostras de requeijões, embaladas em potes de PVC, com 500 gramas cada, foram coletadas e separadas das caixas de papelão onde estavam acondicionados os potes plásticos de cada processamento, após cinco dias de armazenamento a 5°C. Foram separados quatro potes, de cada processamento, para determinação das análises físico-químicas e três potes para determinar as análises do teste de derretimento e parâmetros reológicos.

2.6. Análises físico-químicas

Para caracterização físico-química dos ingredientes, constituintes e do próprio produto fabricado, as determinações foram realizadas em quadruplicata, com exceção da determinação do cloreto de sódio que foi realizada em duplicata, com uma repetição para o padrão e uma do branco, de acordo com métodos oficiais de análise.

Para o leite, soro, massa coagulada, manteiga, concentrado protéico de soro e permeado, foram realizadas as seguintes determinações físico-químicas: pH, acidez titulável, extrato seco total, umidade, gordura, cinzas e proteína total.

Os requeijões cremosos obtidos foram avaliados quanto às características físico-químicas: pH, acidez titulável, extrato seco total, gordura, cinzas, proteína total e cloreto de sódio, bem como, determinou-se também o fluxo de queijo e a viscosidade através dos índices de consistência e comportamento.

2.6.1. Métodos analíticos

- pH: uso de potenciômetro (AOAC, 1995);
- Acidez titulável: segundo metodologia 33.2.06 para o leite e metodologia 971.19 para queijo (AOAC, 1995);
- Extrato seco total: em estufa a 105°C, segundo metodologia 925.23 (AOAC, 1995);
- Extrato seco desengordurado: metodologia 33.2.09/A (AOAC, 1995).
- Cinzas: determinado segundo a metodologia 33.2.10 (AOAC, 1995);
- Gordura: método de Gerber (AOAC, 1995);
- Proteína Total: pelo método de micro-Kjeldahl, metodologia 33.2.11 (AOAC, 1995);
- Cloreto de Sódio: segundo metodologia 971.19 (AOAC, 1995).

2.7. Determinação dos parâmetros reológicos

Os parâmetros reológicos dos requeijões (índice de comportamento= escorrimento e índice de consistência) foram obtidos utilizando-se um reômetro marca Rheotest 2.1 MLW, sistema de copo/cilindro S3 à uma temperatura de 7°C. O modelo

utilizado para determinar o comportamento reológico dos requeijões foi o da Lei de Potência expressada pela equação de Ostwald-de-Waele, $\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$, onde K é o índice de consistência e n é o índice de comportamento.

2.8. Teste de derretimento

Para este teste, foi empregado o método proposto por OLSON & PRICE (1958) aplicado às condições do requeijão cremoso com concentrado de soro. Foram realizados testes preliminares com amostras dos requeijões fabricados com concentrado de soro e com amostras de requeijões comerciais. Adaptou-se o processo às condições empregadas por GIGANTE (1998), pesando-se $15,00 \pm 0,20$ gramas de requeijão cremoso à 10°C , diretamente dentro do tubo de derretimento de vidro cilíndrico, com 31,0 cm de comprimento e 30mm de diâmetro, com três linhas de referência gravadas no vidro, no sentido transversal, e uma linha no sentido longitudinal. Na realização dos testes, utilizou-se um estrado de madeira com capacidade de inclinação, sobre o qual foram depositados os três tubos de vidro.

As amostras foram pesadas em três repetições, em seguida os tubos contendo as amostras, foram submetidos em banho de gelo, na posição vertical, dentro de um tubo em PVC com uma das extremidades fechada, medindo 25,0 cm de comprimento e 100,0 mm de diâmetro. Após 30,0 minutos os tubos foram retirados, ajustando-se a rolha de borracha ao nível de uma das linhas transversais gravadas no tubo de vidro. Os tubos de vidro contendo as amostras, dispostos sobre o estrado de madeira, foram colocadas em uma estufa a 110°C durante 3 minutos. Após este período, o estrado com os tubos foram retirados da estufa e inclinados a 30° para interromper o fluxo do produto, assinalando a distância percorrida entre a linha transversal no tubo e a borda do produto derretido. Esta distância percorrida em milímetros, denominou-se “fluxo de queijo”, e foi usado como critério de derretimento dos requeijões (Figura 01).



Figura 01. Estrado de madeira com os três tubos de vidro (31,0cm de comprimento e 30,0mm de diâmetro) para medir o fluxo de queijo dos requeijões.

2.9. Planejamento experimental, identificação de amostras e sorteio da sequência experimental

Foi realizado um planejamento fatorial completo (BARROS NETO et al, 1995) com duas variáveis (2^2 , 4 pontos axiais e 4 pontos centrais), obtendo-se como resposta o índice de comportamento (escorrimento) e o fluxo de queijo. As variáveis independentes foram: concentrado protéico de soro (CPS) e sal emulsificante (SE).

Para avaliar os efeitos das variáveis na resposta da viscosidade (η) e do fluxo de queijo, os cálculos foram realizados com auxílio do programa computacional Statística versão 5.0.

Os valores das variáveis utilizadas no planejamento fatorial completo estão apresentados na Tabela 01 e a identificação das amostras e o valor empregado das variáveis está apresentado na Tabela 02, assim como o sorteio da sequência de experimentos.

Para o estudo do índice de consistência, foram realizados seis ensaios adicionais, ensaios 13 a 18 (Tabela 02).

Tabela 01. Valores das variáveis utilizadas no planejamento fatorial completo.

Nível	-1,41	-1	0	1	1,41
Concentrado Protéico de Soro	7,2	8,0	10,0	12,0	12,8
Sal Emulsificante	1,3	1,5	2,0	2,5	2,7

Tabela 02. Identificação das amostras, valor das variáveis e sorteio da sequência dos experimentos

Ensaio	Concentrado Protéico de Soro		Sal Emulsificante		Seqüência Sorteada	Amostra
	Valor Codificado	Valor Real (%)	Valor Codificado	Valor Real (%)		
1	-1	8,0	-1	1,5	13	13
2	1	12,0	-1	1,5	1	1
3	-1	8,0	1	2,5	6	6
4	1	12,0	1	2,5	14	14
5	-1,41	7,2	0	2,0	9	9
6	1,41	12,8	0	2,0	10	10
7	0	10,0	-1,41	1,3	5	5
8	0	10,0	1,41	2,7	2	2
9	0	10,0	0	2,0	3	3
10	0	10,0	0	2,0	7	7
11	0	10,0	0	2,0	11	11
12	0	10,0	0	2,0	15	15
13		0,0		2,0	4	4
14		10,0		2,0	8	8
15		0,0		2,0	12	12
16		0,0		2,0	16	16
17		0,0		2,0	17	17
18		10,0		2,0	18	18

2.10. Análise estatística dos dados físico-químicos e índice de consistência

Os resultados das análises físico-químicas e índice de consistência dos requeijões foram avaliados através de ANOVA e teste de médias de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando o software estatístico SAS Versão 6 (SAS, 1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente é apresentada a composição dos ingredientes para fabricação dos requeijões e de outros constituintes obtidos da ultrafiltração do soro (Tabela 03). Em seguida são apresentados os resultados da avaliação das características físico-químicas dos requeijões cremosos (Tabela 04), os dados do índice de comportamento e consistência dos produtos e os resultados dos estudos de otimização para o índice de comportamento e do fluxo de queijo dos produtos.

3.1. Composição dos ingredientes e outros constituintes obtidos da ultrafiltração do soro

Observa-se que os ingredientes foram obtidos a partir de leite desnatado e os resultados das análises indicam que a matéria prima utilizada no experimento, era de boa qualidade (Tabela 03).

Os resultados das análises físico-químicos dos requeijões elaborados com diferentes teores de concentrado protéico de soro (CPS) e sal emulsificante (SE), permitiram constatar diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre as amostras de requeijões para os parâmetros avaliados. As maiores diferenças ocorreram nos parâmetros de sólidos totais obtendo-se 35,40% na amostra 14 e 40,92% na amostra 09, acidez titulável com 0,51% na amostra 05 e 0,93% na amostra 18 e no teor de proteína total encontrando-se 11,45% na amostra 02 e 15,08% na amostra 09.

Tabela 03. Características físico-químicas dos ingredientes utilizados no processamento dos requeijões cremosos e de outros constituintes obtidos.

Ingredientes/		Dados físico-químicos					
Constituintes	pH	Acidez titulável (%Ac. Lático)	Sólidos Totais*	Extrato seco Deseng.*	Gordura*	Cinzas*	Proteína total*
Leite	6,82	0,13	8,4	8,3	0,1	0,7	3,66
Massa Coagulada	5,19	0,16	32,48	31,98	0,5	1,1	29,06
Manteiga	**	**	**	**	78,0	1,32	1,65
Concentrado Protéico de Soro	4,75	0,81	13,62	13,62	0,0	0,65	7,49
Permeado	4,7	0,34	6,32	6,32	0,0	0,64	0,93
Soro	4,7	0,35	6,13	6,13	0,0	0,63	1,16

* Valores obtidos em (%).

** Dados não obtidos.

Tabela 04. Resultados físico-químicos dos requeijões cremosos com diferentes níveis de concentrado protéico de soro e sal emulsificante.

Amostras	Ingredientes		Parâmetros físico-químicos							
	CPS	SE	Sólidos Totais (%)	Umidade (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Ac. titulável (% Ac. láctico)	pH	P. total (%)	NaCl (%)
1	12,0	1,5	37,11 ± 0,07d	62,88 ± 0,07c	25,00 ± 0,00a	1,47 ± 0,01i	0,75 ± 0,01fgh	5,76 ± 0,05e	13,21 ± 0,10cd	0,57 ± 0,02bc
2	10,0	2,7	37,26 ± 0,41d	62,73 ± 0,41c	25,00 ± 0,00a	1,88 ± 0,02ab	0,74 ± 0,00 ghi	5,97 ± 0,00 b	11,45 ± 0,19g	0,56 ± 0,01bc
3	10,0	2,0	37,11 ± 0,18d	62,88 ± 0,18c	22,30 ± 0,28h	1,61 ± 0,02gh	0,77 ± 0,00defg	5,87 ± 0,00c	13,43 ± 0,04c	0,58 ± 0,02bc
4	0,0	2,0	38,68 ± 0,41c	61,31 ± 0,41d	23,30 ± 0,28cdef	1,74 ± 0,01cdef	0,87 ± 0,03b	5,75 ± 0,00e	14,66 ± 0,12a	0,61 ± 0,01b
5	10,0	1,3	39,55 ± 0,41b	60,44 ± 0,41e	24,80 ± 0,50ab	1,48 ± 0,04i	0,51 ± 0,01j	5,49 ± 0,00h	14,34 ± 0,13ab	0,61 ± 0,01b
6	8,0	2,5	37,19 ± 0,19d	62,80 ± 0,38c	22,60 ± 0,25fgh	1,93 ± 0,09a	0,80 ± 0,01cd	5,83 ± 0,00d	13,01 ± 0,21cde	0,66 ± 0,00ab
7	10,0	2,0	38,25 ± 0,44c	61,74 ± 0,44d	23,40 ± 0,47cdef	1,76 ± 0,05cdef	0,80 ± 0,01cd	5,67 ± 0,00f	13,70 ± 0,44bc	0,59 ± 0,02bc
8	0,0	2,0	36,34 ± 0,02e	63,65 ± 0,02b	23,90 ± 0,62cd	1,58 ± 0,02h	0,73 ± 0,02ghi	5,69 ± 0,00f	12,44 ± 0,21def	0,61 ± 0,01b
9	7,2	2,0	40,92 ± 0,21a	59,00 ± 0,21f	24,80 ± 0,28ab	1,83 ± 0,02bc	0,92 ± 0,01a	5,45 ± 0,00i	15,08 ± 0,20a	0,67 ± 0,01a
10	12,8	2,0	36,95 ± 0,06de	63,04 ± 0,06bc	23,80 ± 0,28cde	1,70 ± 0,01efg	0,78 ± 0,03cdef	5,74 ± 0,00e	11,74 ± 0,37fg	0,62 ± 0,02b
11	10,0	2,0	36,71 ± 0,05de	63,28 ± 0,05bc	23,00 ± 0,0efg	1,61 ± 0,04gh	0,79 ± 0,01cde	5,85 ± 0,00cd	12,38 ± 0,36ef	0,60 ± 0,01b
12	0,0	2,0	37,12 ± 0,06d	62,87 ± 0,06c	23,30 ± 0,50cdef	1,66 ± 0,03fgh	0,76 ± 0,02efgh	6,00 ± 0,00b	13,13 ± 0,66 c	0,59 ± 0,01bc
13	8,0	1,5	36,83 ± 0,05de	63,16 ± 0,05bc	24,00 ± 0,00bc	1,58 ± 0,01h	0,80 ± 0,01cde	5,75 ± 0,00e	13,34 ± 0,25c	0,61 ± 0,01b
14	12,0	2,5	35,40 ± 0,21f	64,59 ± 0,21a	22,00 ± 0,00h	1,83 ± 0,02bcd	0,70 ± 0,01i	5,98 ± 0,00 b	12,42 ± 0,15def	0,58 ± 0,01bc
15	10,0	2,0	37,11 ± 0,34d	62,88 ± 0,34c	22,30 ± 0,50gh	1,73 ± 0,01def	0,82 ± 0,01c	5,86 ± 0,00cd	12,98 ± 0,10cde	0,65 ± 0,01a
16	0,0	2,0	36,74 ± 0,32de	63,23 ± 0,30bc	23,12 ± 0,25def	1,74 ± 0,02cdef	0,72 ± 0,01hi	6,05 ± 0,00a	13,65 ± 0,48bc	0,64 ± 0,01a
17	10,0	2,0	37,10 ± 0,32d	62,89 ± 0,32c	22,30 ± 0,28gh	1,77 ± 0,01cde	0,76 ± 0,01efgh	5,83 ± 0,00d	13,20 ± 0,32cd	0,67 ± 0,01a
18	10,0	2,0	38,02 ± 0,09c	61,97 ± 0,09d	22,00 ± 0,00h	1,79 ± 0,01bcd	0,93 ± 0,01a	5,58 ± 0,00g	14,66 ± 0,16a	0,69 ± 0,01a

SE = Sal Emulsificante.

CPS = Concentrado Protéico de Soro.

Médias mais desvio padrão seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem ao nível de 5% de erro, pelo teste de médias de Tukey.

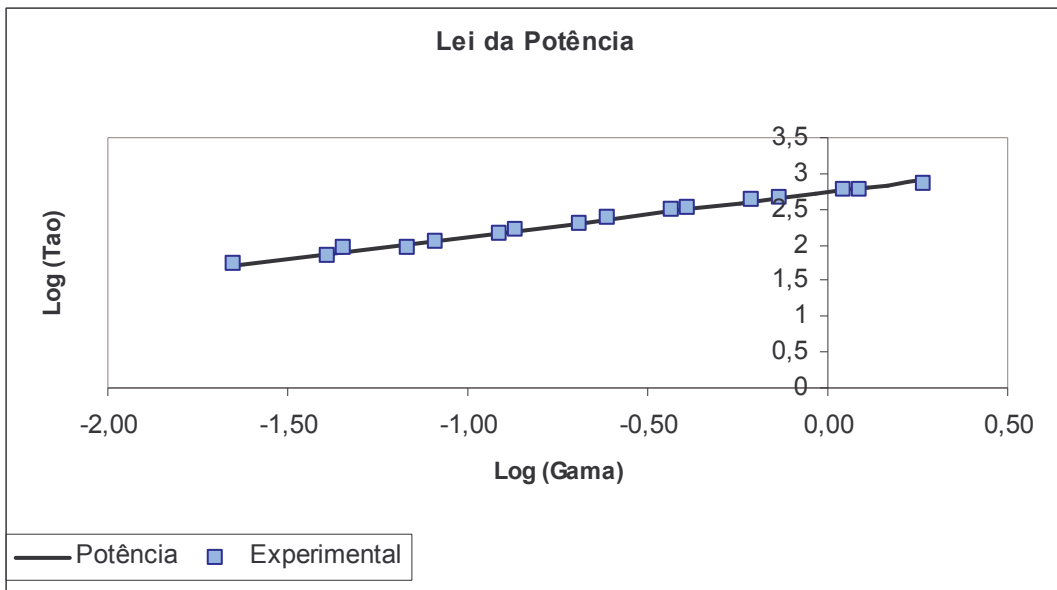
3.2. Determinação do Índice de Consistência

Os resultados do índice de consistência (**k**), índice de comportamento (**η**) e coeficiente de correlação estão apresentados na Tabela 05. Ocorreram grandes variações nos resultados do índice de consistência das amostras, com mínimo de **k** = 91,43 na amostra 15 e máximo de **k** = 3378,26 na amostra 09. Essas diferenças são decorrentes da variação das quantidades de CPS e SE utilizadas nas formulações dos requeijões. Na Figura 02 encontram-se as curvas típicas de um fluido pseudoplástico não-newtoniano da amostra 01 e amostra 15.

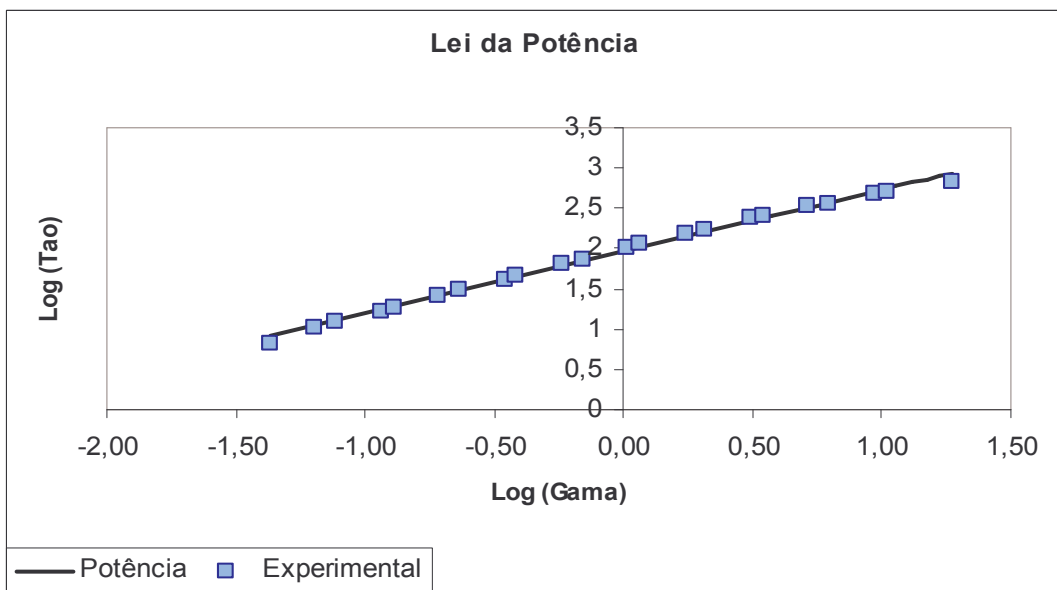
Tabela 05. Índice de comportamento, índice de consistência e coeficiente de correlação das amostras de requeijão cremoso analisadas.

nsaio	Amostra	Melhor Modelo	Índice de Comportamento (η)	Índice de Consistência (K)	Coeficiente de Correlação (R^2)
1	13	Potência	0,6778	498,85	0,94
2	1	Potência	0,6196	543,43	0,99
3	6	Potência	0,6940	288,17	0,99
4	14	Potência	0,7790	127,91	0,99
5	9	Casson	0,6103	3378,26	0,92
6	10	Potência	0,6559	587,88	0,99
7	5	Potência	0,5121	1089,45	0,99
8	2	Potência	0,8007	446,15	0,99
9	3	Potência	0,6849	582,44	0,99
10	7	Potência	0,6742	1021,36	0,98
11	11	Casson	0,6546	357,03	0,99
12	15	Potência	0,8182	91,43	0,99
13	4	Potência	0,6953	932,25	0,98
14	8	Potência	0,7405	326,03	0,99
15	12	Potência	0,8263	437,95	0,99
16	16	Potência	0,6353	191,03	0,99
17	17	Potência	0,7880	240,72	0,99
18	18	**	**	**	**

** Dado não obtido.



(a)



(b)

Figura 02. Curva típica de um fluido pseudoplástico não-newtoniano
(a) amostra 01 e (b) amostra 15.

Neste experimento, ficou evidente a relação entre o teor de proteína total e o índice de consistência das amostras nos ensaios, observando-se que com o aumento do teor de proteína da amostra aumenta também o índice de consistência (Figura 4a), entretanto, com aumento do teor de umidade (Figura 4b) a consistência diminui, indicando que requeijões com alta umidade são menos viscosos do que outros com menor conteúdo de umidade. Avaliou-se que a concentração de gordura também afeta o índice de consistência dos requeijões (Figura 4c). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por DIMITRELI & THOMAREIS (2004) que concluíram que o índice de consistência de queijos processados é afetado pela temperatura, pela umidade e pelo conteúdo de proteína. Quando a temperatura e o conteúdo de umidade são aumentados, o índice de consistência é reduzido, indicando que queijo processado é menos viscoso, ao passo que, um aumento no conteúdo de proteína leva à produtos com alto valor de viscosidade. Os autores relatam ainda que a gordura não afetou significativamente a viscosidade do queijo processado, entretanto MEYER (1973) relatou que quando gordura é adicionada, a viscosidade do queijo processado é consideravelmente diminuída. A influência da concentração de proteína em diferentes dispersões de proteína de soro foram constatadas por MLEKO (2004), relatando que as dispersões de soro em pó demonstraram uma alta dependência do índice de consistência da concentração protéica usada. Gordura e minerais foram provavelmente os constituintes que influenciaram altamente a viscosidade das dispersões dos produtos à base de soro.

Não foi possível obter o parâmetro reológico de consistência (k) para a amostra do ensaio 18 devido a mesma possuir uma característica muito viscosa. Na Figura 03 pode ser observado um fenômeno que ocorreu com os requeijões, denominado Efeito Weissenberg (SCHRAMM, 1994), no qual a rotação da massa em torno da haste do reômetro cria forças perpendiculares que excedem a força centrífuga e o volume da massa é arrastada para cima, na haste.

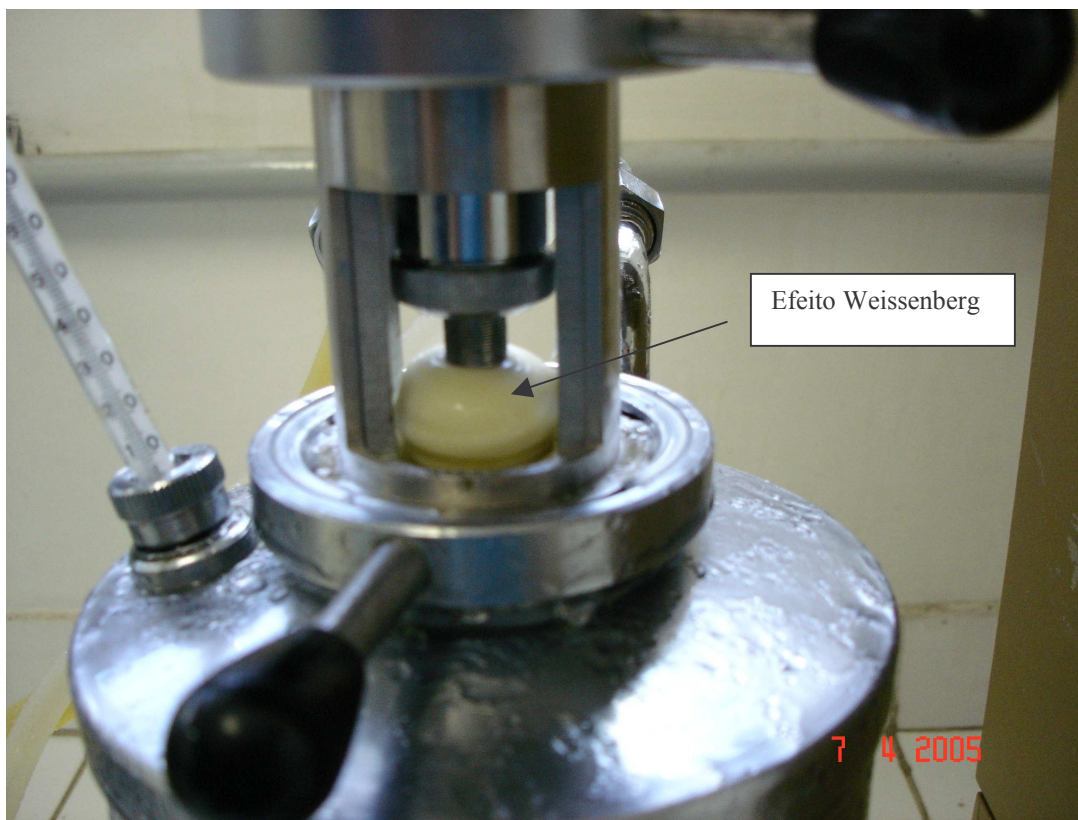
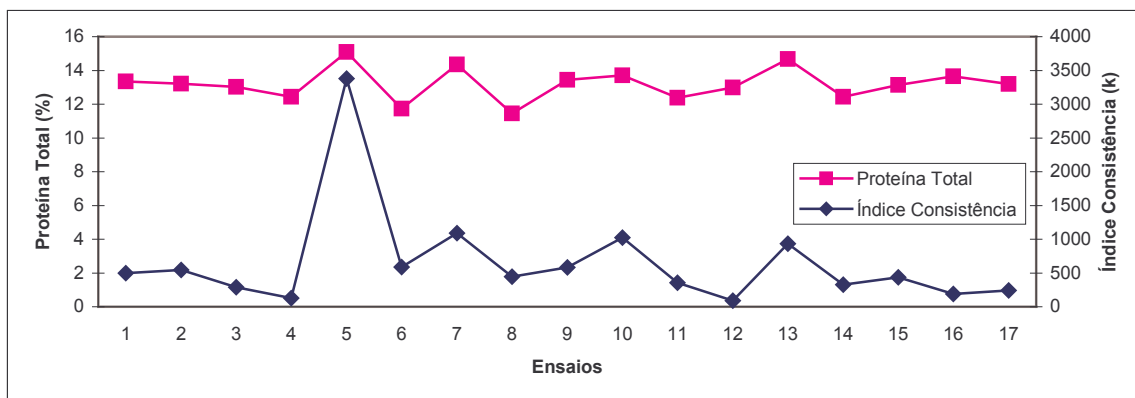
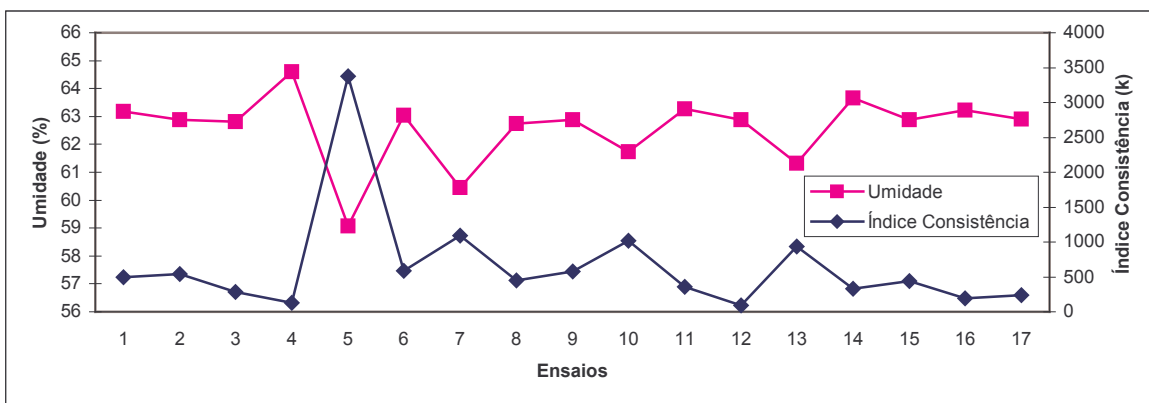


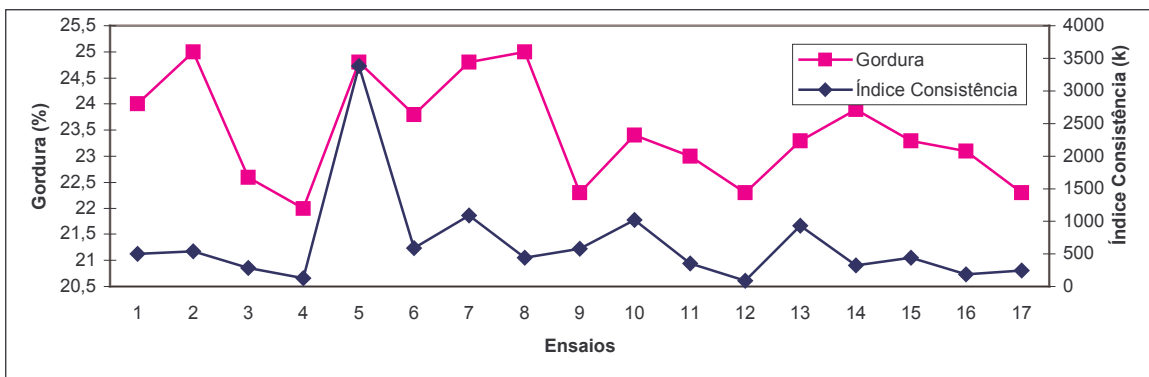
Figura 03. Efeito Weissenberg observado na análise de reologia das amostras de requeijão cremoso.



(a)



(b)



(c)

Figura 04. Influência do teor de proteína total (a), umidade (b) e gordura (c) sobre o índice de consistência (k) dos requeijões.

3.3. Estudo da otimização para o Índice de Comportamento

Na Tabela 06 estão apresentadas as respostas do Índice de Comportamento dos ensaios do planejamento fatorial completo.

Foram observadas variações nos valores do índice de comportamento dos requeijões (Tabela 06), com mínimo de $\eta = 0,51$ no ensaio 07 (10% CPS e 1,3% SE) e máximo de $\eta = 0,80$ no ensaio 08 (10% CPS e 2,7% SE). Os valores encontrados para os requeijões com adição de CPS e SE S10 estão muito próximos aos encontrados por DIMITRELI & THOMAREIS (2004), quando estudaram a influência da temperatura e composição sobre a viscosidade de sete amostras de queijo processado, encontrando médias do índice de comportamento entre $\eta = 0,62$ e $0,75$. Estes autores também relatam que à medida que ocorre aumento no conteúdo de umidade, ocorre também aumento no índice de comportamento, e o fluido tende a assumir comportamento newtoniano. Este comportamento ocorreu nos produtos deste experimento uma vez que quando o índice de comportamento foi mínimo, $\eta = 0,51$ (produto mais viscoso), o teor de umidade foi 60,44%, e quando foi máximo, $\eta = 0,80$ (produto menos viscoso), o teor de umidade foi de 62,73% (Tabela 04).

Tabela 06. Resultados do índice de comportamento dos requeijões do planejamento experimental.

Ensaio	Amostra	Índice de Comportamento (η)
1	13	0,68
2	1	0,62
3	6	0,69
4	14	0,78
5	9	0,61
6	10	0,65
7	5	0,51
8	2	0,80
9	3	0,68
10	7	0,65
11	11	0,77
12	15	0,78

A Tabela 07 apresenta os efeitos das variáveis sobre a viscosidade. O SE S10 apresentou efeito significativo sobre o índice de comportamento (η). Verifica-se que quando o SE passou de 1,3% (nível -1,41) para 2,7% (nível +1,41) produziu um acréscimo médio de (η) = 0,17, tornando o produto menos viscoso. Por outro lado, o CPS exerceu um efeito negativo, reduzindo o valor do índice de comportamento, produzindo assim, um aumento na viscosidade, enquanto que, a interação entre SE e CPS não acarretou em aumento na viscosidade. KIRCHMEIER et al (1978), relatam que, em altas concentrações, moléculas proteicas desestruturadas e hidratadas tem falta de orientação e mobilidade reduzida das partículas, resultando em soluções altamente viscosas.

Tabela 07. Estimativa dos efeitos para o índice de comportamento.

	Efeito	Erro	t(3)	p	L.C.	L.C.
		Puro			-95%	+95%
Média	0,71*	0,02*	28,26*	0,00009*	0,62*	0,78*
CS(Q)	-0,05	0,05	-1,16	0,32	-0,21	0,1
SE (L)	0,14*	0,04*	3,19*	0,04*	0,0006*	0,29*
CPS x SE	0,07	0,06	1,10	0,34	-0,13	0,27

Fatores estatisticamente significativos (95% de confiança).

A Tabela 08 apresenta o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o índice de comportamento, e a Tabela 09 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação obtido foi de 0,65 e o Fcalculado foi 1,25 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Por meio da Figura 05 pode ser observado o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 08. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão,, valor t, valor p, e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o índice de comportamento dos requeijões cremosos com CPS

	Coeficiente de	Desvio	t(3)	p	L.C.	L.C.
	regressão.	padrão			- 95%	+ 95%
Média	0,71*	0,02*	28,26*	0,00009*	0,62*	0,78*
CPS(Q)	-0,03	0,02	-1,17	0,3261	-0,10	0,05
SE(L)	0,07*	0,02*	3,19*	0,0494*	0,0003*	0,14*
CPS x SE	0,04	0,03	1,11	0,3483	-0,06	0,13

*Fatores estatisticamente significativos (95% de confiança).

Tabela 09. Análise de variância para o índice de comportamento dos requeijões cremosos com CPS.

Fonte de variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	Fcalculado
Regressão	0,05	3	0,017	5,06
Resíduos	0,02	8	0,003	
Falta de ajuste	0,01	5		
Erro puro	0,01	3		
Total	0,08	11		

Coefficiente de correlação: $R^2=0,65$; $F_{0,95;3;8} = 4,06$

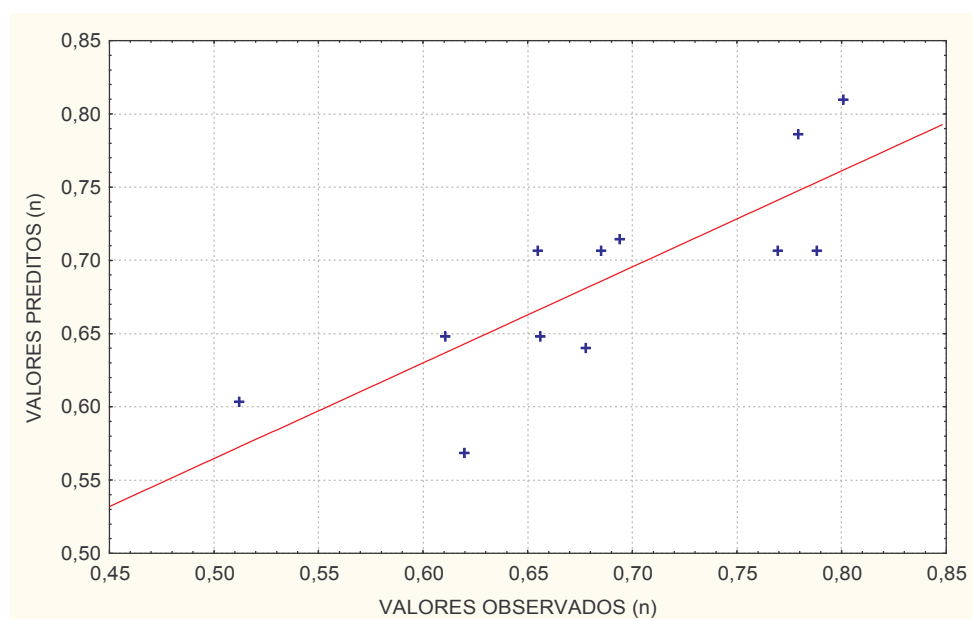
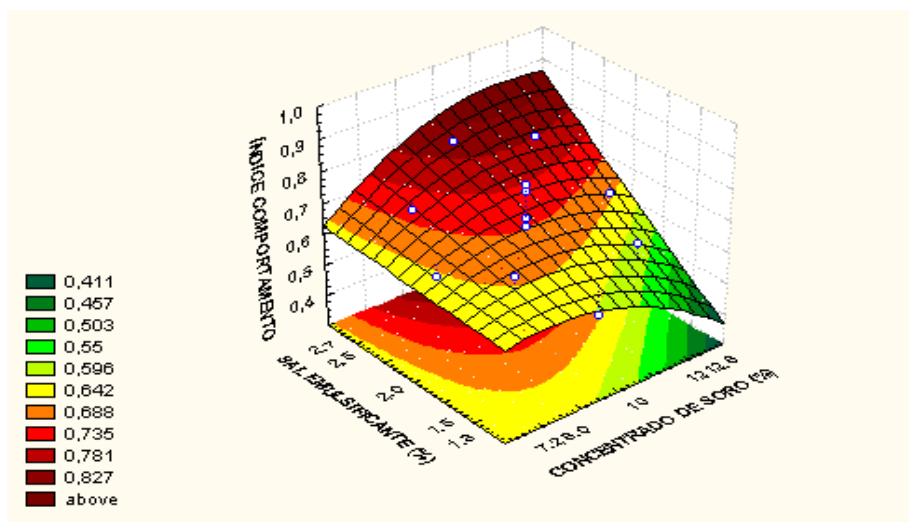


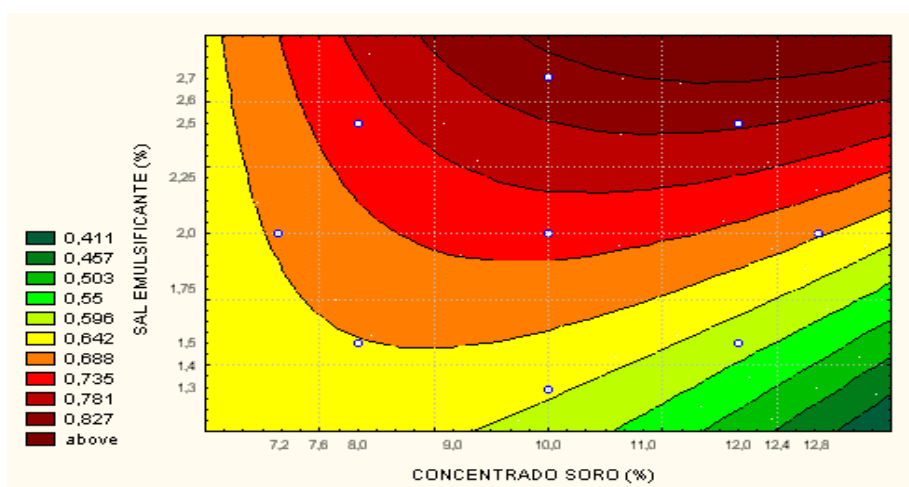
Figura 05. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Baseado nos resultados satisfatórios da análise de variância ANOVA, pôde-se obter o modelo codificado que descreve o índice de comportamento, expresso na Equação e construir o gráfico da superfície de resposta (Figura 06).

$$\text{Índice de Comportamento } (\eta) = 0,71 - 0,03 \cdot \text{CS} + 0,07 \cdot \text{SE} + 0,04 \cdot \text{CS} \cdot \text{SE}$$



(a)



(b)

Figura 06. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) do CPS versus SE para o índice de comportamento.

Pode-se observar (Figura 07a e 07b) que o índice de comportamento é maior nos maiores níveis de utilização de concentrado protéico de soro (CPS) e sal emulsificante (SE), (entre 8 e 12,8% CPS e 2,5 e 2,7% SE). Nestes níveis, a viscosidade do produto é mínima.

Embora tenha havido influência do concentrado protéico de soro e sal emulsificante no comportamento dos produtos, os resultados do conteúdo de umidade nos

produtos sugerem que esta característica físico-química tem também grande influência, com o aumento deste conteúdo nos produtos aumentando também o índice de comportamento, tornando o produto menos viscoso (Tabela 04 e 05).

A utilização de níveis de CPS de soro e SE que levam os requeijões cremosos a serem pouco ou muito viscosos, podem não ser recomendados para este tipo de produto, porque podem apresentar problemas de aceitação por parte dos consumidores, sugerindo-se que os mesmos apresentem viscosidade média, o que corresponderia a utilização entre 10 e 12% de CPS e 2,6% de SE.

3.4. Estudo da otimização para o Fluxo de Queijo

Foi utilizado o planejamento fatorial completo para avaliar as duas variáveis estudadas, o CPS e SE, e obter os resultados de viscosidade por meio do fluxo de queijo dos requeijões apresentados na Tabela 10. A Tabela 01 apresenta os valores decodificados de cada nível utilizado.

Os resultados do fluxo de queijo variaram entre 20,0 mm de escorrimento da amostras do ensaio 05 (utilização de 7,2% CPS e 2,0% SE) e 127,66 mm no ensaio 11 (utilização de 10,0% CPS e 2,0% SE). O menor valor obtido no resultado do fluxo de queijo do ensaio 5 coincide com o maior valor de proteína total (15,08%) e também o menor valor obtido de umidade (59,0%) obtido neste ensaio. Por outro lado, o maior valor do fluxo de queijo obtido no ensaio 11 se situa na faixa dos produtos que apresentaram menores valores de proteína total (13,13%) e maiores valores de umidade (63,28%).

Tabela 10. Resultados do fluxo de queijo dos requeijões do planejamento experimental completo codificado.

Ensaio	Amostra	Fluxo de Queijo(mm)
1	13	52,0
2	1	44,0
3	6	69,0
4	14	156,0
5	9	20,0
6	10	48,33
7	5	24,66
8	2	102,33
9	3	60,33
10	7	85,33
11	11	127,66
12	15	95,33

A Tabela 11 apresenta os efeitos das variáveis sobre o fluxo de queijo. Individualmente, tanto o CPS linear quanto SE linear não apresentaram efeito significativo sobre o fluxo de queijo, porém, o CPS quadrático exerceu um efeito negativo sobre o fluxo de queijo, diminuindo a capacidade de derretimento, enquanto que, a interação entre SE e CPS linear também não acarretaram em aumento ou diminuição significativa no fluxo de queijo. De acordo com GIGANTE (1998) a diminuição da capacidade de derretimento em requeijões adicionados de CPS pode estar relacionada com o fato de que com o aumento da concentração de CPS nas formulações ocorreu uma concomitante diminuição da concentração relativa das proteínas caseicas, que são as principais responsáveis pelas

propriedades de fusão dos queijos. Outros autores como GUPTA & REUTER (1993) também observaram que a capacidade de derretimento é negativamente afetada pela presença de proteínas do soro no produto.

Tabela 11. Estimativa dos efeitos para o fluxo de queijo.

	Efeito	Erro puro	t(3)	p	L.C. -95%	L.C. +95%
Média	86,97*	10,79*	8,05*	0,003*	52,62*	121,33*
CPS(L)	29,76	19,70	1,51	0,22	-32,94	92,48
CPS(Q)	-39,69	21,58	-1,83	0,16	-108,39	29,0
SE (L)	59,71	19,70	3,02	0,05	-3,0	122,42
CPS x SE	47,5	27,86	1,70	0,18	-41,19	136,19

Fatores estatisticamente significativos (95% de confiança).

A Tabela 12 apresenta o coeficiente de regressão, desvio padrão e limites de confiança para o índice de comportamento, e a Tabela 13 apresenta a análise de variância ANOVA. O coeficiente de correlação obtido foi de 0,74 e $F_{\text{calculado}}$ 1,22 vezes maior que o valor tabelado para 95% de confiança. Por meio da Figura 07 pode ser observado o desvio ocorrido. Os parâmetros estatisticamente não significativos foram eliminados do modelo e adicionado aos resíduos totais.

Tabela 12. Resultados do coeficiente de regressão, desvio padrão, valor t, valor p, e limites de confiança provenientes do planejamento fatorial completo para o fluxo de queijo dos requeijões cremosos com CPS

	Coeficiente Regressão	Desvio padrão	t(3)	p	L.C. -95%	L.C. +95%
Média	86,97*	10,79*	8,05*	0,003*	52,62*	121,33*
CPS(L)	14,88	9,85	1,51	0,22	-16,47	46,24
CPS(Q)	-19,84	10,79	-1,83	0,16	-54,19	14,50
SE (L)	29,85	9,85	3,02	0,05	-1,50	61,21
CPS x SE	23,75	13,93	1,70	0,18	-20,59	68,09

*Fatores estatisticamente significativos (95% de confiança).

Tabela 13. Análise de variância para o fluxo de queijo dos requeijões cremosos com CPS.

Fontes de variação	Soma quadrática	Graus liberdade	Quadrado médio	Fcalculado
Regressão	13785,27	4	3446,31	5,02
Resíduos	4808,53	7	686,93	
Falta de ajuste	2478,44	4		
Erro puro	2330,09	3		
Total	18593,81	11		

Coeficiente de correlação: $R^2 = 0,74$; $F_{0,95;4;7} = 4,12$

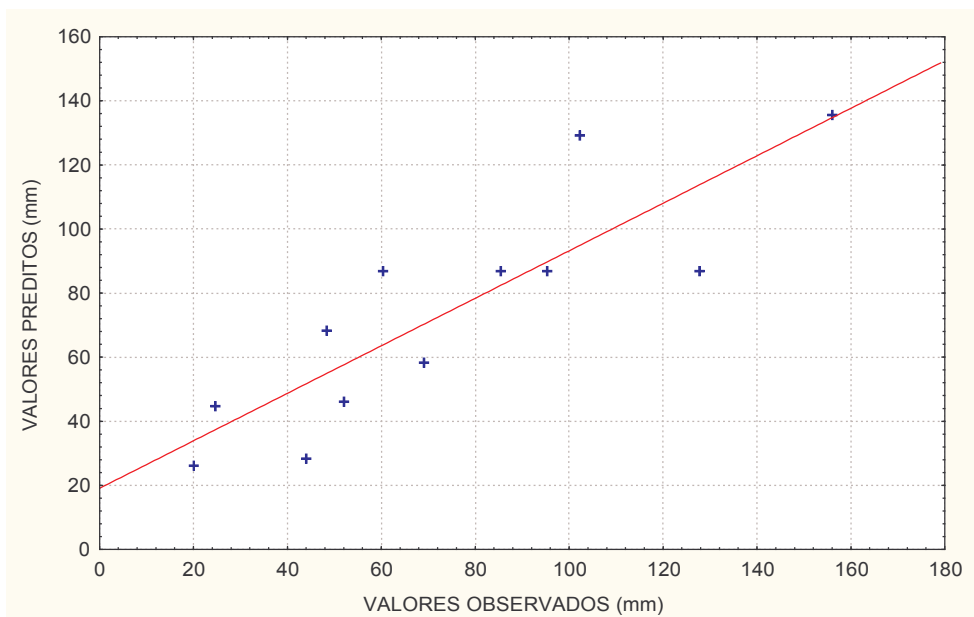
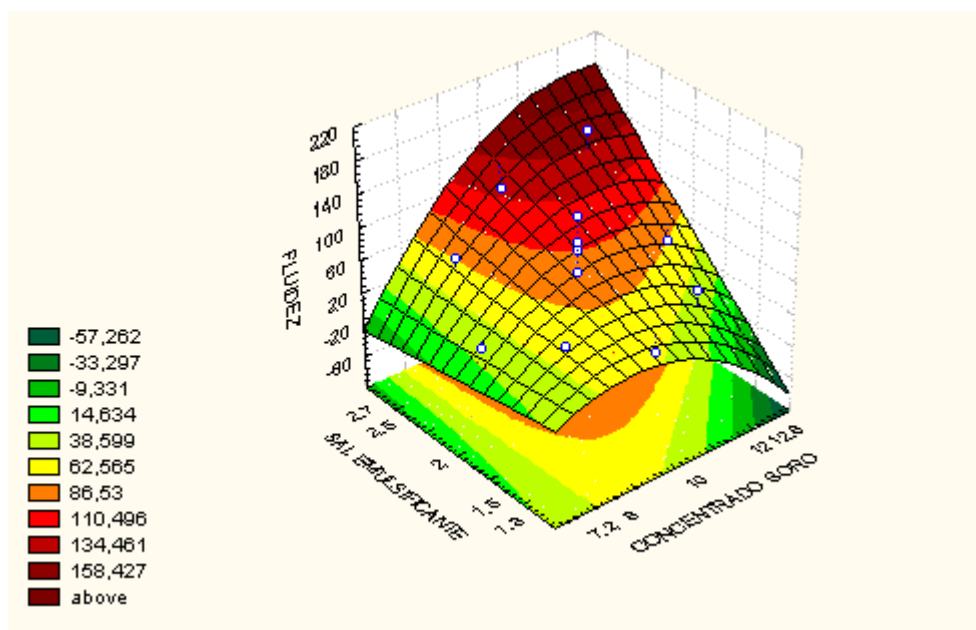


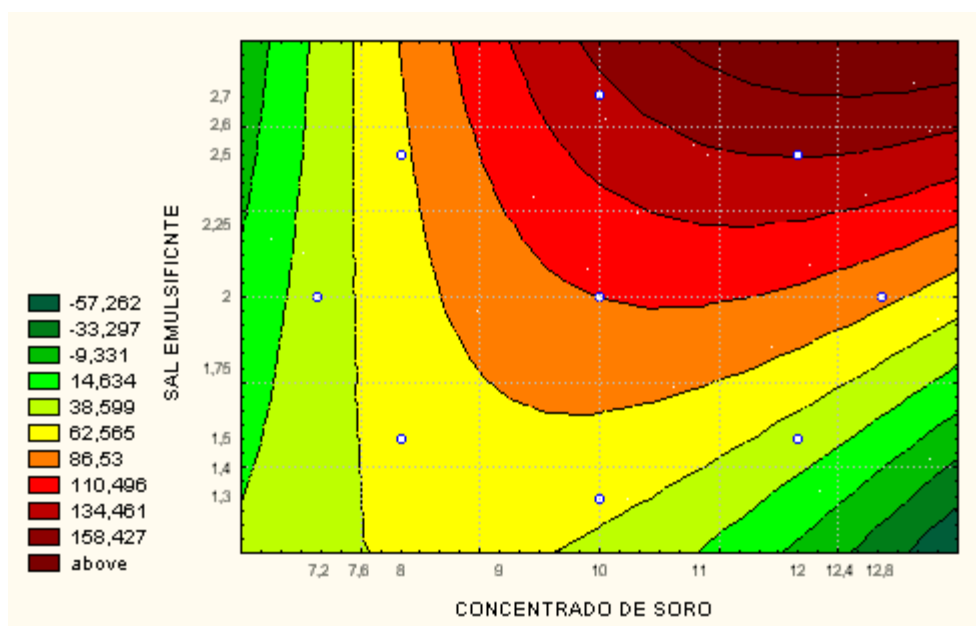
Figura 07. Valores observados vs. valores previstos do planejamento completo 2^2 .

Considerando que as variáveis estatisticamente não significativas foram desconsideradas do modelo e com base nos resultados satisfatórios da análise de variância ANOVA, pôde-se obter o modelo codificado que descreve o fluxo de queijo, expresso na Equação a seguir, e construir a superfície de resposta (Figura 09).

$$\text{Fluxo de Queijo} = 86,97 + 14,88 \cdot CS - 19,84 \cdot SE^2 + 29,85 \cdot SE + 23,75 \cdot CS \cdot SE$$



(a)



(b)

Figura 08. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) do CPS vs. SE para fluxo de queijo.

Pode-se observar na Figura 09 (a) e (b) que a fluidez (derretimento) é maior nos maiores níveis de utilização de CPS e SE. O uso de 10 à 12,8% de CPS e de 2,5 à 2,7% de SE que produz o máximo de escorrimento (derretimento) nos produtos e observado na Figura 09, levam a produtos muito fluidos e indesejáveis, podendo ser rejeitados sob o ponto de vista sensorial e tecnológico e pela utilização de maiores quantidades de sal emulsificante podem implicar em aumento de custos de fabricação. Valores médios de fluidez (110mm de derretimento) o que corresponde ao uso de 10% de CPS e 2% de SE poderiam produzir características desejáveis sob o aspecto sensorial, tecnológico e de otimização de custos. O resultado do fluxo de queijo também pode ter sido influenciado por outros fatores como a umidade e teor de proteína total, o que está de acordo com GIGANTE (1998) que relata que a diminuição da capacidade de derretimento dos queijos não pode ser atribuída a um simples constituinte ou condição de processo, mas também, ao tipo de caseína, concentração de cálcio, concentração de proteínas do soro, tipo e quantidade de sal emulsificante e condições de pH.

4. CONCLUSÕES

- O aumento do teor de proteína na amostra aumenta também o índice de consistência, aumentando a sua viscosidade, entretanto, com aumento do teor de umidade a consistência diminui, indicando que requeijões com alta umidade são menos viscosos do que outros com menor conteúdo de umidade.
- A viscosidade dos requeijões medido através do índice de comportamento, tende a seguir o conteúdo de gordura dos requeijões cremosos.
- O aumento no conteúdo de umidade nos produtos possui influência na viscosidade, aumentando também o índice de comportamento, tornando o produto menos viscoso.

- O índice de comportamento é maior nos maiores níveis de utilização de concentrado protéico de soro (CPS) e sal emulsificante (SE), (entre 8 e 12,8% CPS e 2,5 e 2,7% SE) e nestes níveis, a viscosidade do produto é mínima.
- O maior valor do fluxo de queijo obtido no ensaio 11 se situa na faixa dos produtos que apresentaram menores valores de proteína total (13,13%) e maiores valores de umidade (63,28%), sugerindo que estes fatores influenciam a capacidade de derretimento das amostras.
- O derretimento das amostras, representado pelo fluxo de queijo é maior nos maiores níveis de utilização de CPS e SE. Valores médios do fluxo de queijo (em torno de 110mm de derretimento) que corresponderia ao uso de 10% CPS e 2% de SE produziriam características mais desejáveis sob o aspecto sensorial, tecnológico e de otimização de custos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., Assoc. **Official Analytical Chemists**, 1995. v.1.

AOAC. Methods of analysis. 16^a.ed.. Washington D.C., **Assoc. Official Analytical Chemists**, 1995. v.2.

BARROS NETO, B. de; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Editora Unicamp, 1995.

BROWN, J.A.; FOEGEDING, E. A. ; DAUBERT, C. R.; DRAKE, M. A.; GUMPERTZ, M. Relationships among rheological and sensorial properties of young cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 10, p. 3054-3067, 2003

CARIC, M.; KALÁB, M. **Processed cheese products**. In: P. F. FOX (Ed.), Cheese: chemistry, physic and microbiology (vol. 2, pp.467-505). London: Chapman & Hall, 1993.

DIMITRELI, G.; THOMAREIS, A. S. Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity. **Journal of Food Engineering**, v. 64, p. 265-271, 2004.

FOEGEDING, E. A.; BROWN, J.; DRAKE, M. A.; DAUBERT, C. R. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. **International Dairy Journal**, v. 13, p, 585-591, 2003.

GARRUTI, D. dos 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, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003.

GIGANTE, M. L. **Requeijão cremoso obtido por ultrafiltração de leite pré-acidificado adicionado de concentrado protéico de soro**. Campinas, 1998. 122p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

KIRCHMEIER, O.; WEISS, G.; KIERMEIER, F. Fliessverhalten von schmelzkasen unter der wirkung verschiedener phosphate. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 166 n. 4, p. 212-220, 1978.

MEYER, A. **Processed cheese manufacture**. London: Food Trade Press, 1973. 360p.

MLEKO, S. Rheological properties of whey products dispersions. **Milchwissenschaft**, v. 59, n. 5-6, p. 287-290, 2004.

OLSON, N. F.; PRICE, W. V. A melting test for pasteurized process cheese spreads. **Journal of Dairy Science**, v. 41, n. 7, p. 999-1000, 1958.

PISKA, I.; STETINA, J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 551-555, 2004.

RAO, M. A. Rheology of liquid foods – a review. **Journal of Texture Studies**, v. 8, p. 135-168, 1977.

RAO, M. A. **Rheology of fluid and semisolid foods**. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publications, 1999.

SAS. **User's guide: statistics**. Version 6^o edition. Sas Inst.Inc. Cary. NC, 1989.

SCHRAMM, G. **A practical approach to rheology and rheometry**. Karlsruhe: Gebrueder HAAKE. 1994. 290p.

SINGH, R. P.; HELDMAN, D. R. **Introduction to food engineering**. 2^a ed. California: Academic Press Inc. 1993. 499p.

VITALI, A. A. **Comportamento reológico de suco de laranja concentrado congelado a baixas temperaturas**. Tese de Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1983.

6. ANEXOS

Tabela 14. Descrição e quantidades dos ingredientes (g) para formular os requeijões cremosos com 60% gordura no extrato seco.

Amostra/ Ingrediente (g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Massa Coagulada	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Sal Emulsificante	90	162	120	120	78	150	120	120	120	120	120	120	90	150	120	120	120	120
Cloreto de Sódio	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Concentrado Protéico de Soro	720	600	600	0	600	480	600	0	432	768	600	0	480	720	600	0	600	600
Manteiga	4232	4339	4259	4102	4178	4285	4259	4102	4215	4303	4259	4102	4170	4348	4259	4102	4259	4259
Água	724	1013	873	1120	733	1022	873	1120	942	804	873	1120	823	924	873	1120	891	856

Tabela 15. Processo de ultrafiltração de soro de queijo.

Matéria-Prima Permeado de Ultrafiltração		Condição de Operação do processamento			Membrana de Ultrafiltração	
Volume inicial (Kg)	pH	T (°C)		ΔP (bar)	Volume de permeado (Kg)	Volume de Concentrado Protéico de Soro obtido (Kg)
160,845					148,64	8,700

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
08:57:40 (Início) 00:00:00	-	-				
00:05:00	4,815	4,815	1,0308	1,9	2,4	54
00:10:00	3,505	8,320	1,0545	1,9	2,4	54
00:15:00	3,310	11,630	1,0779	1,9	2,4	54
00:20:00	3,125	14,755	1,1009	1,9	2,4	53
00:25:00	3,145	17,900	1,1252	1,9	2,4	51
00:30:00	2,960	20,860	1,1490	1,9	2,4	51
00:35:00	3,010	23,870	1,1742	1,9	2,4	51
00:40:00	2,990	26,860	1,2004	1,9	2,4	51
00:45:00	2,955	29,815	1,2275	1,9	2,4	50
00:50:00	3,025	32,840	1,2565	1,9	2,4	53
00:55:00	3,020	35,860	1,2869	1,9	2,4	53
01:00:00	3,000	38,860	1,3185	1,9	2,4	54
01:05:00	2,870	41,730	1,3503	1,9	2,4	54
01:10:00	2,900	44,630	1,3840	1,9	2,4	54
01:15:00	3,005	47,635	1,4207	1,9	2,4	54
01:20:00	2,670	50,305	1,4550	1,9	2,4	54
01:25:00	2,795	53,100	1,4928	1,9	2,4	55
01:31:00	3,300	56,400	1,5399	1,9	2,4	55
01:35:00	2,160	58,560	1,5725	1,9	2,4	55
01:40:00	2,660	61,220	1,6145	1,9	2,4	54
01:45:00	2,655	63,875	1,6587	1,9	2,4	54
01:50:00	2,610	66,485	1,7045	1,9	2,4	54
01:55:00	2,610	69,095	1,7530	1,9	2,4	55
02:00:00	2,565	71,660	1,8034	1,9	2,4	55
02:06:00	3,030	74,690	1,8669	1,9	2,4	55
02:10:00	2,000	76,690	1,9112	1,9	2,4	55
02:15:00	2,405	79,095	1,9675	1,9	2,4	54

Tabela 15. Processo de ultrafiltração de soro de queijo (Continuação).

Tempo (min)	Permeado (Kg)	Volume Total Parcial (Kg)	Fc	Pressão bomba 1	Pressão bomba 2	Temperatura (°C)
02:20:00	2,345	81,440	2,0256	1,9	2,4	54
02:25:00	2,285	83,725	2,0856	1,9	2,4	52
02:30:00	2,350	86,075	2,1511	1,9	2,4	52
02:35:00	2,330	88,405	2,2203	1,9	2,4	52
02:40:00	2,335	90,740	2,2943	1,9	2,4	53
02:45:00	2,355	93,095	2,3740	1,9	2,4	53
02:50:00	2,335	95,430	2,4588	1,9	2,4	53
02:55:00	2,295	97,725	2,5482	1,9	2,4	53
03:00:00	2,290	100,015	2,6441	1,9	2,4	53
03:05:00	2,255	102,270	2,7459	1,9	2,4	54
03:10:00	2,230	104,500	2,8546	1,9	2,4	55
03:15:00	2,185	106,685	2,9698	1,9	2,4	55
03:20:00	2,140	108,825	3,0919	1,9	2,4	55
03:25:00	2,045	110,870	3,2185	1,9	2,4	55
03:30:00	1,885	112,755	3,3446	1,9	2,4	54
03:35:00	1,815	114,570	3,4758	1,9	2,4	52
03:40:00	1,830	116,400	3,6189	1,9	2,4	52
03:45:00	1,935	118,335	3,7836	1,9	2,4	52
03:50:00	1,965	120,300	3,9670	1,9	2,4	52
03:55:00	1,970	122,270	4,1696	1,9	2,4	52
04:00:00	1,950	124,220	4,3916	1,9	2,4	52
04:05:00	1,925	126,145	4,6353	1,9	2,4	53
04:11:00	2,315	128,460	4,9666	1,9	2,4	53
04:15:00	1,525	129,985	5,2120	1,9	2,4	54
04:20:00	1,910	131,895	5,5559	1,9	2,4	55
04:25:00	1,880	133,775	5,9418	1,9	2,4	55
04:30:00	1,850	135,625	6,3776	1,9	2,4	54
04:35:00	1,805	137,430	6,8693	1,9	2,4	53
04:40:00	1,620	139,050	7,3799	1,9	2,4	51
04:45:00	1,655	140,705	7,9863	1,9	2,4	53
04:50:00	1,670	142,375	8,7084	1,9	2,4	54
04:55:00	1,595	143,970	9,5315	1,9	2,4	54
05:00:00	1,475	145,445	10,4444	1,9	2,4	54
TOTAL			10,44			

Fc = (Volume inicial de soro – Volume total parcial acumulado)/Volume inicial de soro.

CONCLUSÃO GERAL

Os requeijões cremosos obtidos neste trabalho apresentaram em sua maioria, características físico-químicas semelhantes aos requeijões comerciais, requerido para este tipo de produto, no entanto, obteve-se maiores teores de proteína total, independente dos teores de adição de concentrado protéico de soro (6, 8, 10 e 12%), comparado aos requeijões cremosos comerciais, provavelmente decorrente da adição do concentrado protéico de soro adicionado.

Os valores médios do teor de proteína total é diretamente proporcional a adição do concentrado protéico de soro nos requeijões (6, 8, 10 e 12%) em cada nível de gordura no extrato seco utilizado (55, 60 e 65%), no entanto, os valores da proteína diminuem à medida que aumenta o teor de gordura no extrato seco dos requeijões.

O conteúdo de proteína adicionado nos requeijões influencia a textura, obtendo-se requeijões mais duros, mais adesivos e de maior gomosidade com o aumento do concentrado protéico de soro, enquanto que com o aumento do nível de gordura no extrato seco obtém-se requeijões menos duros, menos adesivos e de menor gomosidade.

Com o aumento dos teores de sal emulsificante, os produtos apresentaram menor dureza, elasticidade e gomosidade e maior adesividade, enquanto que, com o aumento do concentrado protéico de soro os produtos tendem a ser menos duros e gomosos e mais adesivos.

Com o aumento dos teores de sal emulsificante nos requeijões, aumentou a capacidade de derretimento, tornando os produtos menos viscosos, mas com o aumento do concentrado protéico de soro nos produtos, houve tendência em diminuir o derretimento destes produtos, tornando-se mais viscosos. Os resultados também permitem concluir que o teor de umidade também possui grande influência na capacidade de derretimento dos requeijões

Através da técnica de Análise Descritiva Quantitativa conclui-se que, os atributos que mais contribuíram para caracterizar a amostra **RXII** foram a aparência lisa e homogênea, pastosidade, espalhabilidade e aroma de queijo, enquanto que, a amostra **RVIII** ficou mais caracterizada pela cremosidade e aroma de manteiga, mas também por apresentar menor acidez com relação as demais amostras. As amostras **RIV** e **RVII** são salgadas e possuem aroma de leite fresco, sendo que a amostra **RVII** é o requeijão cremoso com maior intensidade de sabor característico de requeijão e a amostra **RIV** é o requeijão cremoso com menor intensidade de brilho. A amostra de requeijão comercial **RXVII** foi avaliada como a de menor espalhabilidade entre às cinco pesquisadas.

Pela Análise de Componentes Principais (ACP) as quatro amostras mais bem avaliadas pela equipe sensorial, apresentaram características de textura instrumental em que a amostra com 1,5% de sal emulsificante e 12% de concentrado protéico de soro e a amostra com 2,0% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro são mais adesivas e coesivas, ao passo que as amostras de requeijão com 2,0% de sal emulsificante e 10% de concentrado protéico de soro e a amostra com 2,5% de sal emulsificante e 8% de concentrado protéico de soro são mais gomosas e elásticas cujos resultados são explicados por 97,33% da variabilidade entre as amostras.

As condições de processo em que se obteve as melhores notas de textura sensorial estão localizadas entre o uso de 10,5-12,4% de concentrado protéico de soro e entre 2,25-2,6% de sal emulsificante, e corresponde as notas de 6,8-7,7 pontos para a cremosidade, de 7,3-7,7 pontos para a pastosidade e de 7,6-8,2 pontos para a espalhabilidade, em uma escala de intensidade de nove pontos.

As condições de processo em que se obteve as melhores respostas de textura instrumental comparado a textura sensorial dos requeijões cremosos se situam entre o uso de 10,5-12,4% de concentrado protéico de soro e entre 2,25-2,6% de sal emulsificante, e corresponde a um valor ideal de dureza entre 410,3 a 562,9g, a um valor ideal de

adesividade entre -662,4 e -399,0g.s., a um valor de elasticidade entre 0,025 à 0,033 e de um valor ideal de gomosidade entre 109,1 a 214,9.

O aumento do teor de proteína na amostra aumenta também o índice de consistência, aumentando a sua viscosidade, entretanto, com aumento do teor de umidade a consistência diminui, indicando que requeijões com alta umidade são menos viscosos do que outros com menor conteúdo de umidade.

O índice de comportamento é maior nos maiores níveis de utilização de concentrado protéico de soro (CPS) e sal emulsificante (SE), (entre 8 e 12,8% CPS e 2,5 e 2,7% SE) e nestes níveis, a viscosidade do produto é mínima.