

RITA DE CÁSSIA DOS SANTOS NAVARRO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E REOLÓGICA DE REQUEIJÃO
LIGHT ADICIONADO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

RITA DE CÁSSIA DOS SANTOS NAVARRO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E REOLÓGICA DE REQUEIJÃO
LIGHT ADICIONADO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 13 de julho de 2010.

Prof. José Benício Paes Chaves
(Co-orientador)

Prof. Luis Antônio Minim
(Co-orientador)

Prof. Afonso Mota Ramos

Prof^a. Aline Cristina Arruda

Prof^a. Valéria Paula Rodrigues Minim
(Orientadora)

*“O coração do homem considera o
seu caminho, mas o Senhor lhe
dirige os passos”.*
Provérbios 16 v. 9

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde, pelas oportunidades concedidas, pela força na execução deste trabalho e pela vitória de concluí-lo.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial, ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade da minha formação acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pela concessão da bolsa, sem ela teria sido impossível!

À professora Valéria Paula Rodrigues Minim, pela orientação e extrema dedicação ao meu trabalho; pela amizade e atenção durante esses quatro anos de convivência. Pela sua rigorosidade que me tornou uma profissional melhor. Obrigada pela oportunidade!

Ao professor Luis Antônio Minim pela atenção, conselhos e ensinamentos indispensáveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor José Benício Paes Chaves, pelos ensinamentos de estatística e pelas valiosas sugestões neste trabalho.

Ao professor Antônio Fernandes de Carvalho, pelas sugestões e pela disponibilização do laboratório.

Aos professores Nélio José de Andrade, Nilda de Fátima Ferreira Soares e Afonso Mota Ramos, pela disponibilização dos laboratórios e materiais para as análises.

Aos professores Aline Cristina Arruda e Afonso Mota Ramos pela participação na banca de defesa de dissertação.

Aos meus pais, Virgínia e Erly, por sempre terem me apoiado incondicionalmente, por nunca terem medido esforços para me verem feliz, por sempre estarem ao meu lado mesmo estando tão longe, não tenho palavras para agradecer por tudo... Deus abençoe muito vocês!

Ao meu esposo, Alexandre, pelo amor, carinho e paciência comigo; por sempre ter sido meu ombro amigo e com quem sempre pude contar e confiar. Por ter me ajudado tanto durante toda a fase deste experimento... Sem você teria sido extremamente mais difícil. Obrigada por existir... Amo muito você!

À minha princesinha linda, minha irmãzinha Cristina, pelas lágrimas e pelas saudades que te custaram a realização deste meu sonho e obrigada por fazer parte dele. Te amo muito!!!

À minha vózinha, Natália, por sempre ter cuidado de mim com tanto carinho e amor, por sempre ter me apoiado nas minhas escolhas, obrigada por tudo.

Ao meu querido avô, José Maria, que tanto amo e nunca esquecerei. Ah, como eu queria que você estivesse aqui.... Saudades!

Aos meus sogros, Carlos e Conceição, pelo apoio e carinho.

Aos meus primos Márcio, Marisa e ao pequeno Enzo, mesmo tão distantes.... Agradeço por fazerem parte da minha família.

Aos meus "tios", Luiz Carlos e Liete, por terem me acolhido quando mais precisei, pelo carinho e paciência. Aos meus "pseudo-irmãos": Talita, Marcus e Verônica, pela amizade.

Aos meus amigos: Lilian, Neto, Janine, William, Ester, Rodrigo, Paola, Thiago Baptista, Elyabe, Daniel, Thiago (Baiano), Midhyã, Juliana, Vanessa, Serginho, Ricardinho, Marina, Vilma, Eliel, Anderson, Álvaro, Felipe, Weiner e Patrícia.

Em especial às minhas amigas Maristela e Raquel, pela amizade “intensa”. Ah, que saudades das nossas tardes de “estudos” na biblioteca.... Obrigada por terem feito parte da minha vida.

À equipe do laboratório: Márcia, Maria Patrícia, Simone, Érika, Naiara, Ana Cristina, Gabrielle, Renata, Liliane, Jocielle, Aline, Andrea, Paula e Luiz Paulo, pela amizade e por terem tornado essa fase mais feliz.

Em especial, aos meus estagiários Liliane, Jocielle, Aline, Andrea, Renata e Luiz Paulo, pela dedicação sem limites, sem vocês teria sido impossível!

Agradeço de forma muito especial a minha amiga Márcia, pela dedicação intensa no meu trabalho, pelos ensinamentos e pela ajuda extrema e fundamental na sua execução, muito obrigada!

Em especial, agradeço ao Sr. Zé e ao Dimas pela ajuda, apoio e dedicação sem limite.

Às minhas colegas de pós-graduação: Eliane e Christiane pela amizade e carinho.

À equipe de provadores: Naiara, Maria Patrícia, Alexandre, Washington, Raísa, Amanda, Ana Paula, Thaís, Eliabe, Hudson, Isadora, Juliana, Raquel, Christiane e Adalvan, que dedicaram com carinho e responsabilidade à realização das análises sensoriais, meus sinceros agradecimentos.

A todos os funcionários do DTA que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial, a Geralda, Vaninha, Pio (pelas valiosas sugestões), Manoel, Simeão, Zé Geraldo, Célio e Pi.

A todos que de alguma forma contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

BIOGRAFIA

RITA DE CÁSSIA DOS SANTOS NAVARRO DA SILVA, filha de Erly Cabral dos Santos e Maria Virgínia Felix dos Santos, nasceu em 08 de dezembro de 1986 na capital de São Paulo.

Iniciou seus estudos na escola municipal Maria Yolanda Souza Pinto Hame - SP, em 1990. Em 1992, transferiu-se para a Escola Estadual Júlio Maia. Em 1998 estudou na Escola Estadual Imperatriz Leopoldina onde concluiu o ensino médio.

Em março de 2004, ingressou na Universidade Federal de Viçosa – MG, onde graduou-se em Ciência e Tecnologia de Laticínios em julho de 2008.

Em agosto do mesmo ano, iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, concluindo em Julho de 2010.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	xí
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT	xviii
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Requeijão	4
2.1.1 Tecnologia de produção do requeijão cremoso.....	4
2.1.2 Requeijão com teor de gordura reduzido	6
2.2 Concentrado protéico de soro (CPS)	9
2.3 Análise reológica	11
2.3.1 Comportamento reológico	11
2.3.2 Análise do perfil de textura (TPA).....	19
2.4 Análise sensorial de alimentos	22
2.5 Correlações entre medidas sensoriais e instrumentais	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1 Planejamento experimental	25
3.2 Processamento do requeijão.....	28
3.2.1 Definição das proporções dos ingredientes.....	28
3.2.2 Fluxograma de produção dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS	29
3.3 Determinação da composição centesimal dos requeijões.....	31
3.4 Análise microbiológica dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS.....	32
3.5 Análise sensorial dos requeijões <i>light</i>	32
3.5.1 Caracterização sensorial de requeijão: ADQ.....	32
3.5.1.1 Recrutamento de julgadores	32
3.5.1.2 Pré-seleção	32
3.5.1.3 Levantamento dos termos descritivos e definição dos padrões de referência	33
3.5.1.4 Treinamento dos julgadores	34

3.5.1.5 Seleção dos julgadores	34
3.5.1.6 Avaliação final dos requeijões	36
3.5.2 Aceitabilidade sensorial.....	39
3.5.3 Correlação dos atributos sensoriais com a aceitabilidade dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS	39
3.6 Análises reológicas dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS	40
3.6.1 Testes rotacionais e oscilatórios	40
3.6.1.1 Testes rotacionais	41
3.6.1.2 Testes oscilatórios.....	42
3.6.2 Teste de penetração – Análise do perfil de textura (TPA).....	43
3.7 Correlação das propriedades reológicas com a aceitabilidade sensorial dos requeijões em relação à textura	44
3.8 Correlação entre medidas sensoriais e instrumentais	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Composição centesimal dos requeijões	45
4.2 Análise microbiológica dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS.....	47
4.3 Análise sensorial dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS	47
4.3.1 Caracterização sensorial de requeijão: ADQ.....	47
4.3.1.1 Recrutamento e pré-seleção dos julgadores	47
4.3.1.2 Levantamento da terminologia descritiva e definição dos materiais de referência	48
4.3.1.3 Seleção final dos julgadores.....	48
4.3.1.4 Avaliação dos requeijões por meio da análise descritiva quantitativa (ADQ).....	49
4.3.2 Aceitabilidade sensorial dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS.....	56
4.3.2.1 Aceitabilidade sensorial do atributo sabor dos requeijões.....	56
4.3.2.2 Aceitabilidade sensorial da textura dos requeijões.....	58
4.3.2.3 Aceitabilidade sensorial da impressão global dos requeijões.....	60
4.3.3 Correlação dos atributos sensoriais com a aceitabilidade dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS	61
4.4 Caracterização reológica.....	66
4.4.1 Caracterização reológica a 10 °C	66
4.4.2 Caracterização reológica a 25 °C.....	72

4.4.3 Análise do perfil de textura (TPA) dos requeijões <i>light</i> adicionados de CPS.....	76
4.5 Correlação das propriedades reológicas com a aceitabilidade sensorial ...	78
4.6 Correlação das medidas instrumentais e sensoriais	83
4.6.1 Correlação das medidas instrumentais e sensoriais determinadas à temperatura de 10 °C	83
4.6.2 Correlação das medidas instrumentais e sensoriais determinadas à temperatura de 25 °C	86
5. CONCLUSÃO.....	89
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
CAPÍTULO 2	102
1. INTRODUÇÃO	103
2. REVISÃO DE LITERATURA	104
2.1 Análise descritiva quantitativa (ADQ)	105
2.2 Análise descritiva por ordenação (ADO)	111
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	114
3.1 Delineamento experimental.....	114
3.2 Análise descritiva modificada (ADM).....	115
3.2.1 Avaliação final dos produtos pela análise descritiva modificada (ADM)	116
3.2.2 Seleção dos dados de avaliação (ADM).....	119
3.2.3 Análise final dos resultados da análise descritiva modificada (ADM)....	119
3.3 Comparação da análise descritiva modificada (ADM) com a análise descritiva quantitativa (ADQ).....	120
3.3.1 Comparações qualitativas	120
3.3.2 Comparações quantitativas	121
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	122
4.1 Análise descritiva modificada (ADM).....	122
4.1.1 Seleção dos dados de avaliação da análise descritiva modificada (ADM).....	122
4.1.2 Análise final dos dados de avaliação da análise descritiva modificada (ADM).....	125
4.2 Comparação entre as metodologias descritivas: ADM e ADQ	125
4.2.1 Comparações qualitativas	125
4.2.2 Comparações quantitativas	131

5. CONCLUSÃO.....	133
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
CONCLUSÃO GERAL	139
ANEXOS	140
ANEXO I – Resumo das análises de variâncias das propriedades sensoriais e reológicas do requeijão <i>light</i> adicionado de CPS	141
ANEXO II – Questionário de recrutamento de julgadores	145

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Composição centesimal do soro de queijo.	9
Tabela 2. Composição típica de alguns concentrados protéicos de soro (CPS) em pó.	10
Tabela 3. Modelos reológicos dos fluidos newtonianos e não-newtonianos independentes do tempo e valores das medidas τ_0 , k e n para esses fluidos.	15
Tabela 4. Modelos matemáticos descritores do comportamento de fluidos não-newtonianos dependentes do tempo (tixotrópicos e reopéticos).	16
Tabela 5. Coeficientes de viscoelasticidade e seus modelos matemáticos.	18
Tabela 6. Definições instrumentais, físicas e sensoriais das propriedades do perfil de textura.	21
Tabela 7. Combinações dos níveis de gordura e água e suas codificações.	25
Tabela 8. Concentrações de NaCl, sal fundente e conservantes.	28
Tabela 9. Lista prévia de termos descritivos de requeijão cremoso.	35
Tabela 10. Atributos sensoriais levantados pela equipe de julgadores, suas respectivas definições e padrões que ancoram os extremos da escala não estruturada.	36
Tabela 11. Valor de tensão de cisalhamento situado na região de viscoelasticidade linear das formulações de requeijão.	42
Tabela 12. Composição centesimal dos requeijões light adicionados de CPS.	46
Tabela 13. Níveis de probabilidade de $F_{AMOSTRA}$ dos julgadores para os atributos sensoriais do requeijão light adicionado de CPS.	50
Tabela 14. Tabela. Níveis de probabilidade de $F_{REPETIÇÃO}$ dos julgadores para os atributos sensoriais do requeijão light adicionado de CPS.	51
Tabela 15. Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de requeijão.	52
Tabela 16. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais.	54
Tabela 17. Modelagem estatística do efeito da gordura e da água nos atributos sensoriais do requeijão <i>light</i> adicionado de CPS.	55

Tabela 18. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais obtidos pela ACP dos dados de aceitação (impressão global).....	63
Tabela 19. Intensidade dos atributos sensoriais para cada formulação de requeijão.....	65
Tabela 20. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as propriedades reológicas e os dois primeiros componentes principais.....	67
Tabela 21. Modelagem estatística do efeito da gordura e da água nas características reológicas tensão inicial, viscosidade aparente e $\tan \delta$ do requeijão <i>light</i> adicionado de CPS.	68
Tabela 22. Medidas das propriedades reológicas determinadas à temperatura de 10°C e a 25°C.....	72
Tabela 23. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as propriedades de textura (TPA) e os dois primeiros componentes principais....	77
Tabela 24. Modelagem estatística do efeito da gordura e da água nas propriedades de textura (TPA) do requeijão <i>light</i> adicionado de CPS.	78
Tabela 25. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as propriedades reológicas e os dois primeiros componentes principais obtidos pela ACP dos dados de aceitação quanto à textura dos requeijões.	80
Tabela 26. Intensidade das propriedades reológicas para cada formulação de requeijão.....	82
Tabela 27. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos (sensoriais e instrumentais) medidos a temperatura de 10°C e os dois primeiros componentes principais.....	84
Tabela 28. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as medidas instrumentais e sensoriais determinadas a temperatura de 10° C.....	85
Tabela 29. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos (sensoriais e instrumentais) medidos a temperatura de 25 °C e os dois primeiros componentes principais.....	87
Tabela 30. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as medidas instrumentais e sensoriais determinadas a temperatura de 25° C.....	88

Capítulo 2

Tabela 1. Trabalhos que utilizaram a análise descritiva quantitativa (ADQ) para descrição sensorial de alimentos.	106
Tabela 2. Porcentagens mínimas de acerto em testes de diferença para pré-selecionar julgadores.	108
Tabela 3. Trabalhos de descrição sensorial de alimentos que utilizaram a análise descritiva por ordenação (ADO).....	112
Tabela 4. Atributos sensoriais levantados pela equipe de julgadores, suas respectivas definições e padrões que ancoram os extremos da escala não estruturada.	118
Tabela 5. Níveis de probabilidade da correlação dos dados de avaliação de cada julgador com o primeiro componente principal, para cada atributo sensorial.....	124
Tabela 6. Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de requeijão.	126
Tabela 7. Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de requeijão quando avaliados pela análise descritiva quantitativa (ADQ).....	127
Tabela 8. Valores da estatística Famostra*julgador e seus respectivos níveis de significância para os atributos sensoriais de requeijões avaliados pelas duas metodologias estudadas (ADM e ADQ).	128
Tabela 9. Correlação entre os escores sensoriais obtidos pelas metodologias descritivas (ADM e ADQ).	131
Tabela 10. Estatísticas t de <i>Student</i> para os escores médios obtidos pelas metodologias descritivas (ADM e ADQ).	132

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Mecanismo de atuação do sal emulsificante.....	5
Figura 2. Tipos de comportamento ao escoamento dos fluidos alimentícios. ..	12
Figura 3. Comportamento dos fluidos newtonianos e não-newtonianos.	14
Figura 4. Curva típica de Análise de Perfil de Textura.	20
Figura 5. Disposição dos pontos experimentais no delineamento composto central rotacional (DCCR).	26
Figura 6. Fluxograma de processamento de requeijão light com CPS.....	30
Figura 7. Ficha definitiva na Análise Descritiva Quantitativa.....	38
Figura 8. Reômetro oscilatório HAAKE MARS.....	41
Figura 9. Representação gráfica dos descritores sensoriais e dos requeijões em relação aos dois componentes principais.....	53
Figura 10. Porcentagem de aprovação e rejeição em relação ao sabor dos requeijões.....	57
Figura 11. Representação gráfica das formulações de requeijão e dos consumidores em relação aos dois componentes principais quanto à textura.	59
Figura 12. Representação gráfica das formulações de requeijão e dos consumidores em relação aos dois componentes principais quanto à impressão global.....	60
Figura 13. Correlações (Pearson) dos atributos sensoriais e dos consumidores com os componentes principais.	62
Figura 14. Representação gráfica das propriedades reológicas e das formulações de requeijão em relação aos dois componentes principais.....	67
Figura 15. Varredura de frequência para a $\tan \delta$ dos requeijões a 10°C.....	69
Figura 16. Varredura de frequência na avaliação dos componentes de viscoelasticidade dos requeijões a 10°C.	71
Figura 17. Varredura de frequência na avaliação dos componentes de viscoelasticidade dos requeijões a 25 °C.	73
Figura 18. Varredura de temperatura na avaliação dos componentes de viscoelasticidade do requeijão <i>light</i> adicionado de CPS.	75

Figura 19. Representação gráfica das propriedades de textura (TPA) e das formulações de requeijão em relação aos dois componentes principais.....	77
Figura 20. Correlações (Pearson) das propriedades reológicas e dos consumidores com os componentes principais.	79
Figura 21. Representação gráfica das medidas instrumentais e sensoriais a 10 °C em relação aos dois componentes principais.....	83
Figura 22. Representação gráfica das medidas instrumentais e sensoriais a 25 °C em relação aos dois componentes principais.....	86

Capítulo 2

Figura 1. Disposição dos pontos experimentais no delineamento central rotacional (DCR).....	114
Figura 2. Metodologia proposta (Análise descritiva modificada).	115
Figura 3. Ficha de avaliação da ADM para o atributo cor.	117
Figura 4. Representação gráfica da Análise de Componentes Principais para os dados da avaliação final da ADM.	123
Figura 5. Configuração espacial das formulações de requeijão e dos descritores sensoriais.....	130

RESUMO

SILVA, Rita de Cássia dos Santos Navarro, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2010. **Caracterização sensorial e reológica de requeijão *light* adicionado de concentrado protéico de soro.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-orientadores: Luis Antônio Minim, José Benício Paes Chaves e Antônio Fernandes de Carvalho.

Os teores de água e de gordura são os principais fatores que influenciam a textura do requeijão, portanto, a relação entre eles deve ser estudada no desenvolvimento do produto com teor reduzido de gordura. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da variação destes componentes nas características sensoriais e reológicas de requeijão *light* adicionado de CPS. Foram desenvolvidas e processadas nove formulações de requeijão contendo diferentes concentrações de gordura e água. O perfil sensorial foi desenvolvido por meio de uma equipe de nove julgadores treinados e os atributos avaliados foram: cor característica, aroma característico, sabor característico, consistência, viscosidade, espalhabilidade e adesividade. A caracterização reológica foi determinada por meio de análises instrumentais, medidas às temperaturas de 10°C e 25°C. A correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais foi realizada por meio do coeficiente de Pearson. A aceitabilidade sensorial dos requeijões foi avaliada por 100 consumidores e os resultados, analisados por meio da técnica Mapa de Preferência Interno. Os resultados obtidos pela análise sensorial e reológica demonstram haver efeito significativo pelo teste F ($p < 0,10$) das diferentes combinações de gordura e de água para todas as características avaliadas. Assim, foram ajustados modelos de regressão linear em função dos fatores em estudo (conteúdo de gordura e água). Requeijões com combinações diferentes de gordura e água apresentaram características sensoriais e reológicas semelhantes, evidenciando que a redução de gordura no requeijão deve ser aliada ao aumento do teor de água, proporcionando um equilíbrio no extrato seco desengordurado e, conseqüentemente, na textura do produto. Paralelamente, a este estudo foi proposta uma nova metodologia para a avaliação sensorial descritiva, visando à redução de tempo e custo do teste

sensorial. Para tanto, foi realizada a apresentação dos materiais de referência no momento da avaliação final das formulações por julgadores semi-treinados. Neste método, os requeijões desenvolvidos foram utilizados somente como objeto de estudo, uma vez que esta metodologia pode ser empregada para qualquer tipo de produto alimentício. Os resultados obtidos pelo novo método apresentaram correlação significativa ($p < 0,10$) com os escores médios obtidos pela Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e não apresentaram diferença pelo teste t ($p > 0,10$) para todos os atributos avaliados. Assim este método se apresentou com potencial para descrever quantitativamente os atributos sensoriais dos alimentos.

ABSTRACT

SILVA, Rita de Cássia dos Santos Navarro, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2010. **Sensory and rheological characterization of light cheese curd with whey protein concentrate.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-advisers: Luis Antônio Minim, José Benício Paes Chaves and Antônio Fernandes de Carvalho.

Water and fat content are the main factors influencing texture of cheese curd, so, the relationship between them must be considered in developing a product with reduced fat content. In this context, this work aimed at evaluating the effect of variation of these components on sensory and rheological properties of light cheese curd with Whey Protein Concentrate. Were developed and processed nine formulations of cheese curds containing different fat and water concentrations. The sensory profile was developed by a nine trained judges panel and the attributes evaluated were characteristic color, characteristic aroma, characteristic flavor, consistency, viscosity, spreadability and adhesiveness. Rheological characterization was determined by instrumental analysis, measured at temperatures of 10 °C and 25 °C. The correlation between sensory and instrumental analysis was done by Pearson's correlation. Sensory acceptability of cheese curd was evaluated by 100 consumers and results were analyzed by internal preference mapping technique. Results obtained by sensory and rheological analysis show significant effect by F test ($p < 0.10$) of different combinations of fat and water for all traits. Thus linear regression models were adjusted depending on the factors under study (fat content and water). Cheese curds with different combinations of fat and water were similar in rheological and sensory characteristics, showing that reduction of fat in cheese curd should be coupled with the increased water content, providing a balance in solids and, hence, the texture of the product. Simultaneously, this study proposed a new methodology for descriptive sensory evaluation, to reduce time and cost of sensory test. Thus, it was done the presentation of the reference materials at the time of final evaluation of formulations by semi-trained judges. In this method, the curds developed were used only as an study object, since this methodology can be used for any food product. The results obtained by the new method showed significant correlation

($p < 0.10$) with the mean scores obtained by the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and was not different by the t test ($p > 0.10$) for all attributes. So this method showed the potential to quantitatively describe food sensory attributes.

INTRODUÇÃO GERAL

O requeijão cremoso é um tipo de queijo fundido tipicamente brasileiro. Este produto tem como característica o elevado teor de gordura, o que torna seu consumo indevido para consumidores que apresentam problemas de saúde ou que se encontram em dieta com restrição de gordura.

A versão com teor de gordura reduzido é uma alternativa para os grupos supracitados. Porém desenvolver um requeijão que atenda a este público e com características sensoriais próximas às do produto tradicional não é uma tarefa simples, mas sim, um grande desafio à indústria de alimentos.

A textura do requeijão é uma das características sensoriais mais influenciadas pelo seu teor de gordura, merecendo relevância no estudo da versão *light*. Como a textura sensorial é medida com maior exatidão por grupos de julgadores treinados, a avaliação sensorial é de extrema importância e indispensável. Porém, a determinação instrumental da textura se mostra necessária, uma vez que estas medidas são determinadas com alta precisão, de forma rápida e ainda podem ser facilmente correlacionadas com as medidas sensoriais.

Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo estudar as características sensoriais e reológicas de requeijão com diferentes reduções de gordura, além da correlação entre as medidas instrumentais e sensoriais.

Por outro lado, o longo período de tempo demandado no treinamento dos julgadores se apresenta como um obstáculo no desenvolvimento do perfil sensorial de alimentos. Assim, também teve-se por objetivo propor uma nova metodologia para a descrição sensorial, visando a redução de tempo e custo do teste. Desta forma, a dissertação foi dividida em duas partes (capítulos): no primeiro capítulo foi abordada a caracterização sensorial e reológica do requeijão com teor de gordura reduzido e, no segundo, foi apresentada a nova metodologia descritiva, em que os requeijões desenvolvidos foram utilizados somente como objeto de estudo.

CAPÍTULO 1

INFLUÊNCIA DA GORDURA E DA ÁGUA NAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E REOLÓGICAS DE REQUEIJÃO *LIGHT* ADICIONADO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se verificado uma notável mudança no comportamento do consumidor, o qual se mostra mais preocupado com a saúde e com o bem-estar. Tal mudança de comportamento é refletida diretamente no hábito alimentar destes indivíduos, os quais passaram a buscar por alimentos mais saudáveis e com algum benefício à saúde, porém sem abrirem mão da qualidade sensorial.

Uma vez que alimentos saudáveis são amplamente associados a produtos com baixo teor de gordura e esta é determinante no sabor e na textura dos alimentos, surge um grande desafio às indústrias: como retirar total ou parcialmente a gordura dos alimentos sem alterar sensivelmente suas características sensoriais.

Desta forma, o concentrado protéico de soro (CPS) tem sido amplamente utilizado como substituto de gordura em produtos lácteos e não-lácteos, pois além de agregar valor nutricional aos alimentos devido a suas proteínas de alto valor biológico, o CPS possui propriedades funcionais, tais como: poder estabilizante, emulsificante, espumante e aumento de viscosidade.

No requeijão com reduzido teor de gordura, o CPS tem sido utilizado como substituto parcial da gordura, uma vez que apenas este ingrediente não é suficiente para recuperar todas as propriedades de textura conferidas pela gordura. Assim, o teor de água também é um fator que deve ser ajustado quando o objetivo é produzir um requeijão *light*, pois a redução da gordura provoca um enrijecimento do produto final, tornando necessária a dissolução da matriz protéica para promover um equilíbrio na textura do requeijão.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito do teor de gordura e de água nas características sensoriais e reológicas de requeijão *light* adicionado de CPS, por meio da Análise Descritiva Quantitativa e de técnicas instrumentais. Bem como avaliar a aceitabilidade sensorial das formulações e correlacionar as medidas instrumentais e sensoriais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Requeijão

2.1.1 Tecnologia de produção do requeijão cremoso

A tecnologia dos queijos fundidos surgiu no início do século XX, com a necessidade de se deter os processos microbianos e enzimáticos de queijos suíços e alemães, de forma a viabilizar a exportação para países de clima quente (VAN DENDER, 1992).

O requeijão cremoso é um tipo de queijo fundido e de acordo com a portaria 359/97 (Regulamento Técnico de Identidade de Qualidade do Requeijão – RTIQ) é definido com o produto obtido pela fusão da massa coalhada, cozida ou não, dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite, opcionalmente adicionada de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite e/ou *butter oil* (BRASIL, 1997). Trata-se de um produto obtido por fusão normalmente acompanhada pela adição de sais fundentes e destinado ao consumo imediato (FURTADO et al., 1994).

A obtenção da massa protéica pode ser realizada por meio de três processos: o tradicional, em que a massa é obtida por fermentação láctica; a coagulação enzimática, em que a massa é obtida pela adição de renina (coalho); e a acidificação direta, em que se adiciona ácido láctico ao leite aquecido (CUNHA, 2007). A acidificação direta a quente, ao contrário do uso dos coalhos enzimáticos e do fermento láctico, reduz o custo, o tempo de produção do requeijão, elimina a manutenção de culturas lácticas e proporciona maior uniformidade na produção (LITTLE, 1967; FERNANDES et al., 1980; SHUKLA et al., 1989; VAN DENDER, 2006).

No processo de fusão, a adição de sais fundentes ou emulsificantes é indispensável no processamento de requeijão cremoso, pois possui a capacidade de solubilizar a caseína com a conseqüente formação de um

sistema homogêneo e estável (MEYER, 1973; FERNANDES, 1981; ZEHEN et al., 1992).

Os sais emulsificantes não atuam como agentes emulsificantes propriamente ditos. O seu papel é proporcionar a troca interna de íons, possibilitando que as frações protéicas atuem como emulsificantes da dispersão óleo-água (KALAB, 1993; ZEHREN et al., 1992).

A Figura 1 ilustra de modo simplificado o mecanismo de atuação dos sais emulsificantes: dissolvido na fase aquosa, o sal rompe as pontes de fosfato de cálcio que existem entre as micelas de caseína, substitui o cálcio bivalente por sódio monovalente, permitindo que a estrutura protéica se torne mais aberta e com exposição dos grupamentos hidrofílicos e hidrofóbicos, o que permite que ela atue como emulsificante na interface água-óleo (BERGER et al., 1989; ZEHREN et al., 1992).

A transformação da rede caseínica insolúvel em uma dispersão solúvel e estável é acompanhada por um aumento na viscosidade da massa fundida, conhecida como cremificação. As progressivas dispersão e hidratação da para-caseína contribuem tanto para o processo de emulsificação, através do recobrimento dos glóbulos de gordura dispersos, como para a estabilidade da emulsão, através da imobilização de grandes quantidades de água livre (GUINEE et al., 2004).

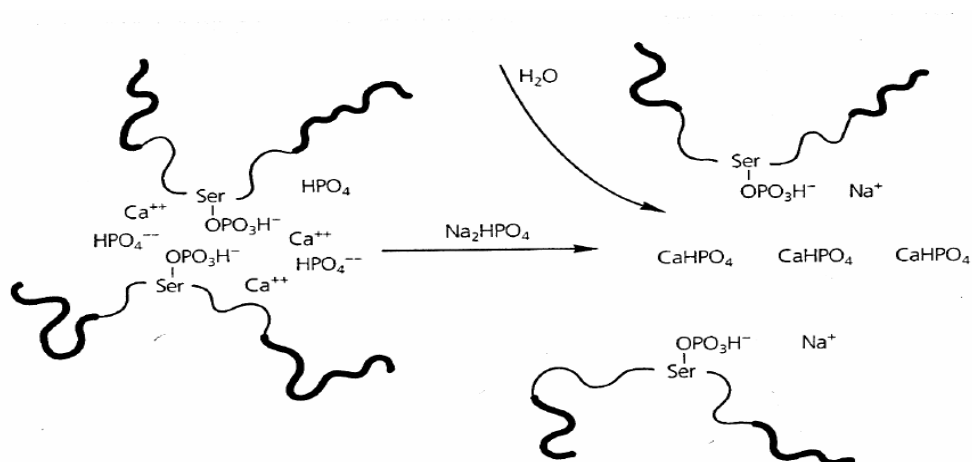


Figura 1. Mecanismo de atuação do sal emulsificante.

FONTE: ZEHREN et al. (1992).

Após a fusão da massa e a adição dos ingredientes (creme, água e conservantes), o requeijão deve ser resfriado rapidamente para cessar a cremificação da massa. Deste modo o produto retém a consistência cremosa e a estrutura curta necessária para se obter a untabilidade ideal (FERNANDES, 1981). O produto deve ser armazenado sob refrigeração para sua adequada conservação (OLIVEIRA, 1986).

2.1.2 Requeijão com teor de gordura reduzido

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

No entanto, como a gordura desempenha um papel importante no sabor, textura e aparência do alimento, desenvolver produtos com teores reduzidos de gordura, mas com a mesma qualidade da versão convencional, torna-se um grande desafio às indústrias de alimentos (DRAKE et al., 1995; ROMEIH et al., 2002).

Atualmente, têm sido utilizadas estratégias para a redução da gordura em requeijão prevendo melhoria das suas características sensoriais. A redução da gordura no requeijão promove o aumento da firmeza, uma vez que quanto menor for a quantidade de gordura, maior é o teor de extrato seco desengordurado, prevalecendo as interações proteína-proteína, o que torna a matriz protéica mais rígida e, conseqüentemente, um produto final mais firme (OLSON e PRINCE, 1961; METZGER e MISTRY, 1995; BOSI, 2008).

Dentre as estratégias de substituição da gordura em requeijão incluem-se as várias modificações de processamento, o uso de cultura láctica selecionada ou modificada e a utilização de substitutos de gordura. Nenhuma dessas estratégias pode substituir completamente todas as propriedades e funções da gordura. Entretanto, diversas pesquisas nessa área têm o objetivo

de melhorar o sabor e a textura do requeijão com teor reduzido de gordura (DRAKE et al., 1995).

Autores como Noronha et al. (2007) estudaram a substituição da gordura em queijo mimético de mussarela por amido resistente (Novelose® 240) e concluíram que é possível substituir cerca de 90% da gordura com a fibra funcional, obtendo características de textura, tais como firmeza e coesividade, desejáveis.

Koca et al. (2004) avaliaram a textura instrumental, o derretimento e propriedades sensoriais de queijo kashar fresco (queijo de origem turca) com redução de 70% de gordura. Foram utilizados dois substitutos de gordura à base de proteína (1,0% p/p Simplesse® D-100 e 1,0% p/p Dairy-Lo) e um à base de carboidrato (5,0% p/p Raftiline®). Os resultados desse estudo mostraram que os substitutos Simplesse® D-100 e Raftiline® melhoram a textura e as propriedades sensoriais do queijo kashar fresco com redução de gordura.

Zalazar et al. (2002) avaliaram o queijo cremoso argentino com elevado teor de umidade e com adição de substituo de gordura à base de proteína (Dairy- Lo®). Nos resultados da pesquisa, os autores relatam que obtiveram queijos com redução de gordura no produto final desejável.

Em relação ao requeijão cremoso, Ferreira et al. (2000) caracterizaram os atributos sensoriais e reológicos do requeijão cremoso adicionado de concentrado protéico de leite. Nas formulações, a proporção de concentrado protéico adicionada foi de 0, 15, 30 e 45% sobre a quantidade de proteína total da massa. Os autores concluíram que o requeijão com 45% de concentrado protéico foi o que obteve maior porcentagem de aprovação em todos os atributos sensoriais e também apresentou viscosidade aparente maior que nas demais formulações.

Alves et al. (2005) substituíram parcialmente a gordura do requeijão cremoso por géis formados a partir de linhaça desengordurada a 5, 10 e 15% substituindo a gordura em 10, 20 e 30%, respectivamente. Na análise sensorial foi observado que o atributo menos favorecido foi a aparência das amostras com 20 e 30% de substituição, devido à presença de pontos escuros. O mesmo

não foi observado para a amostra com 10% de substituição. A textura foi o atributo menos afetado ($p > 0,10$), uma vez que as amostras foram consideradas semelhantes ao controle (sem linhaça) independente do nível de substituição. Os autores concluíram que a linhaça pode ter seu uso potencializado na alimentação humana por meio da substituição da gordura.

Os substitutos de gordura podem contribuir significativamente para a melhoria da qualidade de queijos fundidos com teor reduzido de gordura e, quando usados nas dosagens corretas, podem servir para ampliar o mercado consumidor e não apenas como opção em dietas (ANON, 1994).

Muitos ingredientes são usados como substitutos totais ou parciais da gordura dos alimentos, sendo divididos em, basicamente, três categorias: os substitutos à base de proteínas, à base de carboidratos e os sintéticos (SOARES et al., 2002).

Os substitutos sintéticos e a base de carboidratos (com exceção das fibras) são constituintes que resultam em boa melhoria da textura do produto com redução de gordura, porém não agregam valor nutricional aos produtos, somente melhoram suas características sensoriais.

Por outro lado, a adição de concentrado protéico de soro (CPS), como substituto de gordura em requeijão, confere uma série de benefícios nutricionais ao produto, uma vez que possui proteínas de alto valor biológico.

A adição de CPS no requeijão *light* promove o aumento da elasticidade do requeijão, devido à interação das proteínas do soro parcialmente desnaturadas com a caseína, por meio de ligações sulfídricas (ABREU, 2000; METZGER et al., 1995; SILVA, 2003). Porém o CPS não promove a recuperação da maciez do produto, atributo alterado pela redução da gordura, sendo necessário o aumento do conteúdo de água, com conseqüente diminuição do extrato seco desengordurado (ESD), a fim de diminuir a firmeza do requeijão e recuperar sua maciez (OLSON e PRINCE, 1961; ZALAZAR et al., 2002; BOSI, 2008). Desta forma, a adição de CPS como substituto parcial de gordura no requeijão deve ser aliada ao aumento da umidade do produto final, promovendo um equilíbrio na textura do requeijão (VAN DENDER, 2006).

2.2 Concentrado protéico de soro (CPS)

Kosikowski (1979) define o soro de queijo como um líquido opaco, amarelo-esverdeado que se separa do coágulo ou da caseína durante a fabricação convencional de queijos e representa aproximadamente 90% do volume de leite. Tal co-produto retém 55% dos nutrientes do leite, apresentando em torno de 6,7% de sólidos totais (SILVA, 2006). Na Tabela 1 encontra-se a composição centesimal do soro de queijo.

Tabela 1. Composição centesimal do soro de queijo.

Constituinte	Percentual (%)
Água	93,3
Lactose	5,00
Proteínas	0,81
Minerais	0,66
Gordura	0,23

Fonte: WALSTRA et al. (2006).

Quanto a seu efeito poluente, o soro lácteo quando lançado em cursos d'água pode produzir um efeito poluidor pronunciado, devido à alta carga orgânica. O consumo de oxigênio dissolvido na água é aumentado pelos micro-organismos, diminuindo assim a concentração de oxigênio presente causando a mortandade da fauna e flora aquáticas; sendo que, um litro de soro de queijo requer cerca de 40g de oxigênio para completa estabilização da matéria carbonácea contida na sua composição (DBO de 40.000 mg O₂/L); em termos práticos, uma fábrica com produção média de 300.000 litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes (SILVA, 2006).

Em decorrência dos problemas enfrentados pelas indústrias para efetuarem o tratamento do soro como resíduo industrial, adequando-o às exigências dos órgãos de inspeção e saúde pública, começaram na década de 60 os testes de aproveitamento para o soro de queijo (KOSIKOWSKI, 1978; SQUILASSI et al., 2004), uma vez que a não utilização racional do soro

constitui uma prática anti-econômica e até mesmo anti-social, não só devido ao caráter poluidor do mesmo mas também à carência mundial de alimentos (NICOLAU et al., 2004).

No Brasil, ainda há muita resistência quanto ao uso do soro em certos produtos, estando associado à adulteração. Uma maneira interessante de adição do soro em alimentos é na forma de concentrados protéicos, uma vez que este produto une as características nutricionais do soro (elevado teor de proteínas de alto valor biológico) a interessantes propriedades tecnológicas.

A recuperação das proteínas do soro é uma prática largamente utilizada nos países desenvolvidos na produção de concentrados protéicos, os quais vêm sendo adicionados a diversos alimentos com o objetivo de modificar propriedades por meio da gelatinização, aumento de viscosidade, estabilização de emulsões ou espumas, entre outros (ANTUNES et al., 2003).

A composição do concentrado varia em função da concentração de proteínas desejada, conforme ilustra a Tabela 2. Estas proteínas apresentam elevado valor nutricional uma vez que apresentam todos os aminoácidos essenciais para o metabolismo celular (triptofano, lisina, metionina, cistina, leucina, isoleucina, fenilalanina, valina e treonina) atendendo as recomendações da FAO para todas as idades (NICOLAU et al., 2004; PASIN et al., 2000).

Tabela 2. Composição típica de alguns concentrados protéicos de soro (CPS) em pó.

% CPS	35	50	65	80
Umidade	4,6%	4,3%	4,2%	4,0%
Proteína	29,7%	40,9%	59,4%	75,0%
Lactose	46,5%	30,9%	21,1%	3,5%
Gordura	2,1%	3,7%	5,6%	7,2%
Cinzas	7,8%	6,4%	3,9%	3,1%
Ácido Láctico	2,8%	2,6%	2,2%	1,2%

Fonte: MILK INGREDIENTS (2008).

As proteínas do soro representam um grande mercado potencial, por ter vasta aplicação na indústria alimentícia e, particularmente, em alimentos destinados à manutenção da saúde e da boa forma. O uso destas proteínas como ingredientes em alimentos lácteos e não-lácteos têm aumentado gradativamente em razão de suas propriedades nutricionais e funcionais (USDEC – United States Dairy Export Council, 2002).

Segundo Mathur et al. (1979) os concentrados protéicos do soro apresentam características funcionais desejáveis para a indústria de alimentos, tais como boa solubilidade, viscosidade, capacidade estabilizante, emulsificante, espumante, geleificante e boa adsorção de água. Assim, estas proteínas têm encontrado uma série de aplicações na indústria de alimentos, incluindo sopas desidratadas, molho para saladas, alimentos infantis, dietéticos e geriátricos, sorvetes, queijos, produtos de panificação, confeitarias, iogurtes, carnes, bebidas lácteas e como suplemento alimentar (NICOLAU et al., 2004).

A utilização do concentrado protéico de soro em queijos fundidos diminui a sinérese, melhora a textura e altera a viscosidade do produto. A vantagem da incorporação de proteínas do soro em queijos, principalmente em queijos com baixo teor de gordura, reside no seu valor nutricional, aumento no rendimento e melhoria da textura (SOARES et al., 2002).

2.3 Análise reológica

2.3.1 Comportamento reológico

Reologia de alimentos é definida como a ciência que estuda a deformação de sólidos e o escoamento (fluidez) dos líquidos pela influência de forças mecânicas aplicadas (CORREA et al., 2005).

O conhecimento do comportamento reológico de qualquer fluido alimentício é muito importante e está relacionada com as seguintes etapas na industrialização dos alimentos: engenharia de processos, controle de qualidade, avaliação sensorial e estrutura de alimentos (RAMOS, 1997).

A determinação das propriedades reológicas dos alimentos consiste em obter a relação entre a força aplicada no produto, ou seja, a tensão de cisalhamento (τ), e sua resposta, a deformação.

Nos estudos de reologia existem os fluidos denominados newtonianos, quando a viscosidade (η) do sistema independe da taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) aplicada e os não-newtonianos, cuja viscosidade depende da taxa de deformação (STEFFE, 1992). O coeficiente de viscosidade para fluidos não-newtonianos perde seu sentido, a menos que seja especificada a taxa de deformação, por isto, nestes casos o coeficiente é denominado como viscosidade aparente (η_{ap}) (RAO et al., 1986; STEFFE, 1996).

Os fluidos não-Newtonianos podem ser divididos em dois tipos distintos: dependentes e independentes do tempo de aplicação da tensão de cisalhamento. E ainda podem apresentar comportamento viscoelástico, ou seja, possuírem características tanto de sólido como de líquido. A Figura 2 ilustra a classificação reológica dos diversos fluidos alimentícios.

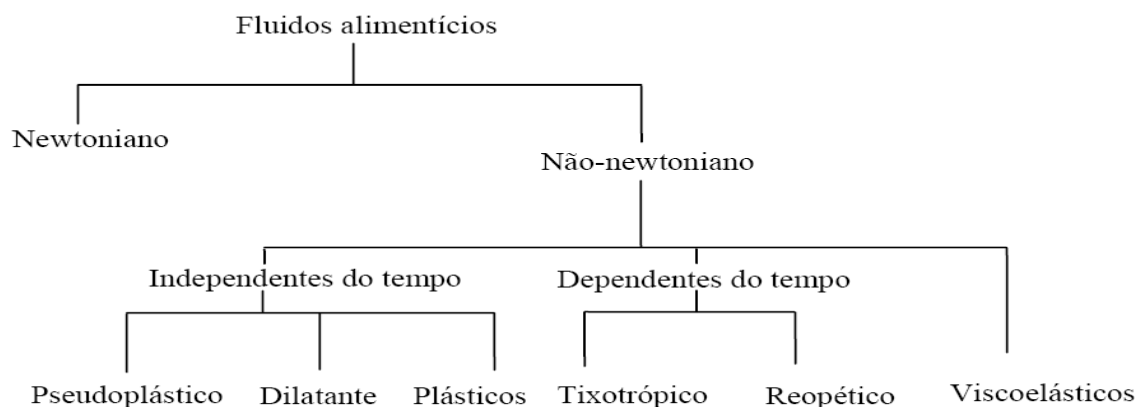


Figura 2. Tipos de comportamento ao escoamento dos fluidos alimentícios.

Fonte: STEFFE (1992).

Os fluidos newtonianos são aqueles que seguem a lei de Newton da viscosidade, onde a relação entre os valores da tensão de cisalhamento (τ) e taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) indica uma proporcionalidade direta entre ambas as magnitudes. Os fluidos newtonianos são em sua maioria de estrutura simples,

não apresenta propriedades elásticas e seu escoamento implica uma deformação não recuperável (MULLER, 1973).

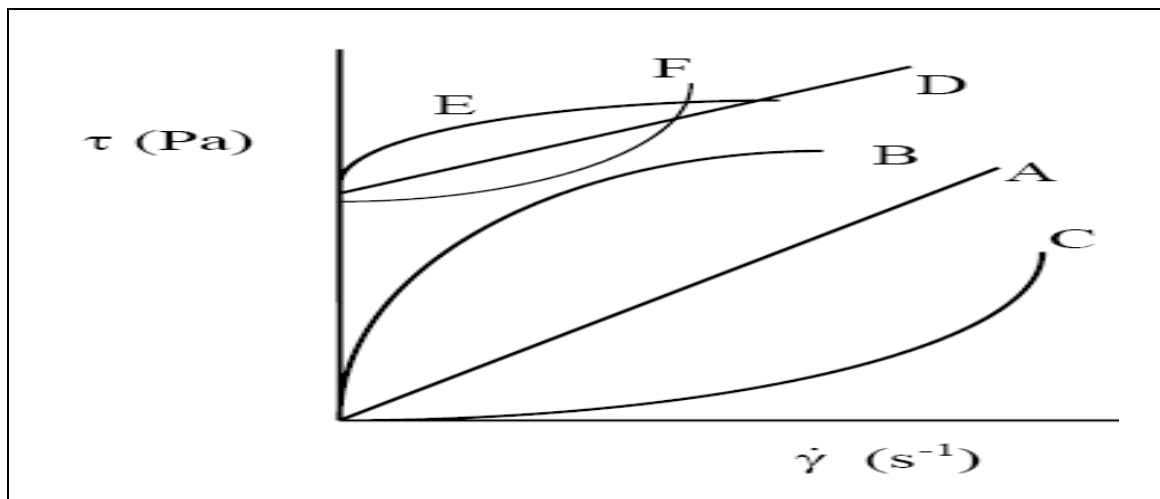
Nestes fluidos, a viscosidade depende unicamente da temperatura e da composição do alimento, não dependendo, portanto, da taxa de deformação e do tempo de aplicação da força cisalhante (TIU et al., 1974).

Os fluidos não-newtonianos independentes do tempo podem ser classificados em pseudoplástico, dilatante e plástico de Bingham. Os fluidos apresentam comportamento pseudoplástico quando a viscosidade aparente do material diminui com o aumento da taxa de deformação, e dilatante quando apresentam comportamento oposto, ou seja, a viscosidade do material aumenta com o aumento da taxa de deformação. Os fluidos denominados plásticos de Bingham são aqueles cujo comportamento é semelhante ao fluido newtoniano, mas com tensão inicial, assim, o fluido se comporta como sólido a baixas tensões de cisalhamento, inferior a τ_0 , até que se alcance uma tensão de cisalhamento crítica ou tensão de fluência (VAN WANZER et al., 1963; STEFFE, 1992). No momento em que se alcança a tensão crítica a taxa de deformação é proporcional à tensão de cisalhamento e o fluido passa a ter um comportamento do tipo newtoniano.

A existência desta tensão inicial (τ_0) de escoamento tem sido atribuída à ação de forças atrativas entre partículas ou moléculas (por exemplo, ligações polares ou forças de Van der Waals) que em estado de repouso forma uma estrutura tridimensional com suficiente rigidez para suportar qualquer tensão menor que tensão de fluência (SCHRAMM, 1994). Se as forças aplicadas são maiores, de modo que sobrepasse as forças de união da estrutura, ocorre uma desestruturação e o fluido começa a fluir (IBARZ, 1993).

Neste contexto, os fluidos pseudoplásticos e dilatantes também podem apresentar tensão de fluência, sendo então denominados como fluidos de Herschel-Bulkley e dilatantes com tensão de fluência, respectivamente (SATO et al., 2007).

A Figura 3 ilustra os diferentes comportamentos dos fluidos newtonianos e não-newtonianos independentes do tempo (com e sem tensão inicial).



A: Newtoniano; **B:** Pseudoplástico; **C:** Dilatante; **D:** Plástico de Bingham; **E:** Herschel-Bulkley; **F:** Dilatante com tensão de fluência.

Figura 3. Comportamento dos fluidos newtonianos e não-newtonianos.

Fonte: RAMOS (1997).

Os modelos matemáticos freqüentemente utilizados para descrever o comportamento dos fluidos newtonianos e não newtonianos independentes do tempo e os valores das medidas de τ_0 (tensão inicial), k (índice de consistência) e n (índice de comportamento ao escoamento) para esses fluidos estão descritos na Tabela 3.

Cunha (2007) caracterizou o comportamento reológico de análogos de requeijão cremoso e verificou que estes produtos apresentaram comportamento reológico independente do tempo de aplicação da força cisalhante e diminuição da viscosidade em função do aumento da taxa de deformação (comportamento pseudoplástico). Tal resultado era esperado, uma vez que nos queijos processados, as moléculas de cadeia longa (proteínas) tendem a se orientar na direção do movimento do fluido, diminuindo a resistência ao escoamento, isto é, a viscosidade (DAMODARAN, 1997). O mesmo comportamento foi encontrado por Baroni et al. (1999) no estudo reológico de requeijões tradicional e *light* e por De Sá (2008) em queijos cremosos.

Tabela 3. Modelos reológicos dos fluidos newtonianos e não-newtonianos independentes do tempo e valores das medidas τ_0 , k e n para esses fluidos.

Comportamento do fluido (modelos)	Equação	τ_0	K	n
Newtoniano	$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$	0	> 0	1
Pseudoplástico (Ostwald-de-Walle)	$\tau = K(\dot{\gamma})^n$	0	> 0	0 < n < 1
Dilatante (Ostwald-de-Walle)	$\tau = K(\dot{\gamma})^n$	0	> 0	1 < n < ∞
Plástico (Bingham)	$\tau = \tau_0 + \eta_{pl} \cdot \dot{\gamma}$	> 0	> 0	1
Herchel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + K(\dot{\gamma})^n$	> 0	> 0	0 < n < ∞
Dilatante com tensão de fluência (Casson)	$\tau^{0,5} = \tau_0^{0,5} + K(\dot{\gamma})^{0,5}$	> 0	> 0	0,5

η : viscosidade; η_{pl} : viscosidade plástica; τ : tensão de cisalhamento; $\dot{\gamma}$: taxa de deformação; τ_0 : tensão inicial; k: índice de consistência, n: índice de comportamento ao escoamento.

Fonte: Modificado de STEFFE (1996).

Muitos fluidos não-newtonianos em alimentos possuem estrutura complexa e exibem comportamento reológico dependente do tempo de aplicação da força cisalhante. A viscosidade aparente desses fluidos, a uma taxa de deformação constante, muda significativamente com o tempo. Os fluidos cujo comportamento reológico depende do tempo são classificados em tixotrópicos e reopéticos. No escoamento dos fluidos tixotrópicos a viscosidade aparente diminui com o tempo de cisalhamento; já os fluidos reopéticos exibem o comportamento oposto, a viscosidade aparente aumenta com o tempo de cisalhamento (ABU-JDAYIL, 2003). Este tipo de comportamento não é comum em alimentos, mas pode ocorrer em soluções de amido altamente concentradas (STEFFE, 1996).

A dependência do tempo da força aplicada surge em resposta ao fenômeno de cisalhamento contínuo resultando na degradação progressiva da estrutura do produto (BASU et al., 2007). A caracterização das propriedades tixotrópicas dos alimentos é importante para estabelecer a relação entre a estrutura e o escoamento, sendo indispensável para a confecção de protocolos de armazenagem e manipulação (FIGONI et al., 1981; DEWAR et al., 2006).

A modelagem do comportamento tixotrópico dos alimentos tem sido baseada em equações, tais como modelo de Weltman e modelo de Figoni & Shoemaker apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Modelos matemáticos descritores do comportamento de fluidos não-newtonianos dependentes do tempo (tixotrópicos e reopéticos).

Comportamento do fluido (modelos)	Equação
Weltman	$\tau(t) = A + B \cdot \ln t$
Figoni & Shoemaker	$\tau(t) = \tau_e + (\tau_0 - \tau_e) \cdot e^{-k \cdot t}$

A: variação da tensão de cisalhamento necessária para iniciar a degradação da estrutura; **B**: coeficiente de ruptura; τ_e : tensão de cisalhamento de equilíbrio; τ_0 : tensão de cisalhamento do tempo inicial; $(\tau_0 - \tau_e)$: quantidade de estrutura degradada; **k**: constante cinética de degradação estrutural.

Fonte: STEFFE (1996).

Segundo Piccolo (2006) o comportamento reológico de requeijão cremoso pode apresentar ou não tixotropia. Tal comportamento depende da composição físico-química do produto, uma vez que a tixotropia está relacionada com a quebra de ligações fracas, tais como pontes de hidrogênio e ligações dissulfídicas.

Muitos alimentos incluem em sua composição uma matriz sólida mais ou menos elástica e uma fase líquida que aporta um elemento viscoso à estrutura total. Estes alimentos apresentam um comportamento reológico que combina características próprias dos sólidos elásticos e dos líquidos, e se denomina viscoelástico (FISZMAN et al., 1983).

Sistemas reais comportam-se como sólidos e líquidos, logo, para um material viscoelástico, uma parcela de deformação aplicada poderá ser parcialmente recuperada, devido às propriedades elásticas, enquanto que parte dela poderá ser dissipada devido às propriedades viscosas (NAVARRO, 1997).

A descrição do comportamento de materiais viscoelásticos é mais complexa que a de sólidos perfeitamente elásticos e fluidos newtonianos. Em um sólido puramente elástico, a tensão é determinada pela deformação do material relativo a um dado sistema de coordenadas. Assim, em cada ponto do sólido, a tensão no tempo atual é uma grandeza que só depende do valor atual da deformação. Por outro lado, em um fluido clássico, a tensão em um tempo t_0 é determinada pelos gradientes dos campos de velocidade e densidade calculados no tempo t_0 . Materiais de natureza viscoelástica se comportam, por sua vez, de maneira diferente e de tal forma que se pode situá-los entre os sólidos e os fluidos clássicos. Portanto, as tensões em tais materiais não são determinadas apenas pelo estado atual de deformação e movimento, mas também, pelas deformações e movimentos passados (BARROS, 1986).

O método mais utilizado para caracterizar a viscoelasticidade de alimentos é o teste dinâmico oscilatório, em que uma determinada tensão (τ) ou taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) oscilatória senoidal, uma determinada frequência (ω) é aplicada ao material e a diferença de fase entre a tensão e a deformação é medida, o que permite classificar o material como sólido elástico (tensão em fase com a deformação), líquido viscoso (tensão 90° fora de fase com a deformação) ou fluido viscoelástico (tensão e deformação defasadas entre 0° e 90°). A frequência é o modo de experimento oscilatório mais comum e está relacionado ao fato de demonstrar com clareza as mudanças nos comportamentos viscosos e elásticos dos materiais com aplicação de força e tensão conhecidas (STEFFE, 1996).

Os coeficientes de viscoelasticidade e seus respectivos modelos matemáticos estão representados na Tabela 5 (KHATKAR et al., 2002).

O módulo elástico (G') é a medida das características elásticas dos materiais (KHATKAR; SCHOFIELD, 2002). Também pode ser chamado de módulo de armazenamento de energia e indica que a energia devida à

aplicação da tensão é temporariamente armazenada durante o teste, porém pode ser recuperada posteriormente e é dependente do rearranjo ocorrido pelas moléculas durante o período de oscilação (SCHRAMM, 2006; ROSS-MURPHY, 1995).

O módulo viscoso (G'') é a medida das características viscosas (KHATKAR et al., 2002). A energia utilizada para iniciar o fluxo é irreversivelmente perdida (ROSS-MURPHY, 1995; WATANABE et al., 1998). Para este módulo verifica-se também a utilização do termo módulo de perda (SCHRAMM, 2006).

A $\tan \delta$ (G''/G') indica a contribuição relativa das características viscosas e elásticas dos materiais. É a razão entre a energia perdida e armazenada em cada ciclo de deformação (KHATKAR et al., 2002).

Tabela 5. Coeficientes de viscoelasticidade e seus modelos matemáticos.

Coeficiente	Característica	Equação
G'	Módulo elástico	$G' = G^* \cdot \cos\delta = \left(\frac{\tau_0}{\gamma_0}\right) \cdot \cos\delta$
G''	Módulo viscoso	$G'' = G^* \cdot \sin\delta = \left(\frac{\tau_0}{\gamma_0}\right) \cdot \sin\delta$
$\tan \delta$	Fator de perda	$\frac{G''}{G'}$

Cunha (2007) avaliou a viscoelasticidade de análogos de requeijão e verificou que a composição química é um fator determinante nas medidas dos coeficientes viscoelásticos (G' e G'').

A viscoelasticidade tem grande importância prática em produtos como o requeijão cremoso. Normalmente, espera-se que um requeijão de qualidade seja fácil de espalhar, mas que não escorra após ser espalhado, permanecendo com textura cremosa. Em termos reológicos, isso significa que o produto deve escoar (característica viscosa), porém deve recuperar a estrutura original (ou pelo menos boa parte dela) assim que cessa a aplicação da deformação (característica elástica).

2.3.2 Análise do perfil de textura (TPA)

Segundo a ISO (Organização Internacional de Normalização) a textura é definida como o conjunto de propriedades reológicas de um produto alimentício, perceptíveis por meio de receptores mecânicos, táteis e, eventualmente visuais e auditivos (CHAVES, 1998). De uma forma mais simples a textura é definida como o conjunto de sensações percebidas durante a manipulação e mastigação do alimento (RAMOS, 1997).

O processo fisiológico de mastigação é bastante complexo. O ser humano mede e integra as percepções sensoriais do alimento que sofre transformação contínua durante a mastigação. Para reduzir os gastos e a variabilidade dos testes com indivíduos, foram realizadas muitas tentativas para produzir instrumentos que simulem percepções sensoriais (DUIZER, 1996).

Atualmente, dois instrumentos têm sido mais utilizados para a análise de perfil de textura (TPA): o Instron e o Analisador de Textura. Os instrumentos são usados em grande variedade de testes de textura por apresentarem ótima precisão (BOSI, 2008).

Estes equipamentos consistem basicamente em três elementos: um “probe” (objeto de aplicação da força), uma fonte de movimento e um registrador. As propriedades mecânicas são estudadas submetendo o alimento a uma força e observando a deformação produzida pelo esforço correspondente (Figura 4) (RICHTER, 2006).

A TPA é um conjunto de medidas que foi desenvolvida com base na imitação da compressão de uma mordida em um pedaço de alimento, representando duas vezes a movimentação da ação da boca (BOSI, 2008). As áreas A1 e A3 representam o primeiro ciclo de compressão e a área A2 o segundo ciclo, ou seja, representam duas movimentações da boca humana durante a mastigação do alimento.

A curva da área A1 é construída pelo movimento de compressão do alimento pelo probe, onde o pico da curva indica a firmeza do produto, ou seja, o quanto o alimento pode ser comprimido. A área negativa do primeiro ciclo

(A3) de compressão descreve a força necessária para a retirada do probe do alimento, ou seja, sua adesividade. Já a área A2 representa a compressão do segundo ciclo, sendo que o pico de força de compressão do segundo ciclo é menor que do primeiro ciclo, devido à estrutura interna do produto ter sido rompida durante a primeira compressão. Portanto, a relação A_2/A_1 descreve a quantidade de energia necessária para romper a estrutura interna do produto (coesividade) e a distância entre o ponto B e C, o grau que o produto se recupera após a compressão, ou seja, a elasticidade do alimento (BOURNE, 1978).

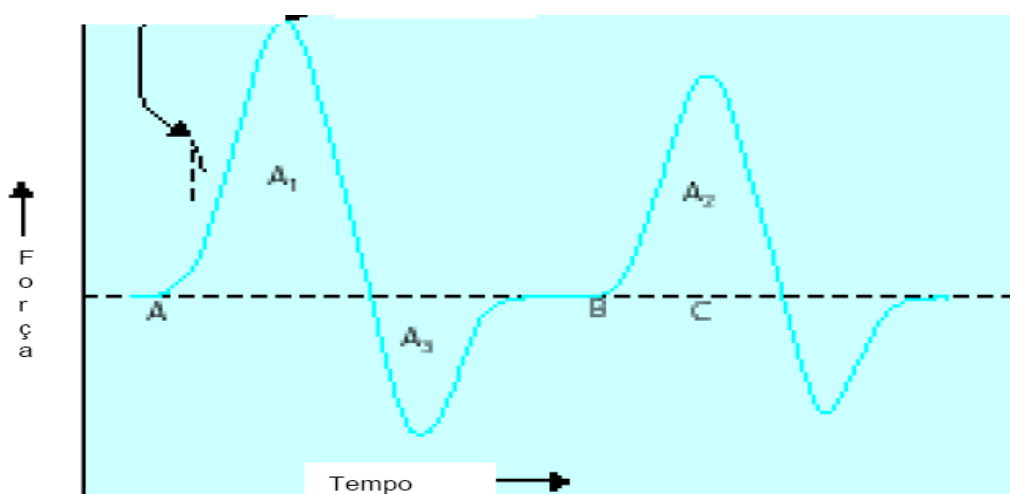


Figura 4. Curva típica de Análise de Perfil de Textura.

Fonte: BOURNE (2002).

Na Tabela 6, encontra-se a definição de algumas propriedades obtidas por meio da análise de perfil de textura.

No teste de textura instrumental, as medidas são baseadas na resistência da amostra à força aplicada. Níveis de deformação entre 20-50% são geralmente aplicados em produtos semi-sólidos (PONS et al., 1996). Nestes níveis, as amostras não quebram, sendo possível obter informações valiosas das propriedades de textura (PONS et al., 1996).

No requeijão cremoso, a textura é uma propriedade que tem papel fundamental na qualidade do produto final (RAPACCI, 1997; ANJOS 2000; VAN DENDER, 2006). Em muitos casos, a textura é tão importante quanto um

atributo de sabor e aroma (SILVA et al., 2003). As principais características de textura do requeijão cremoso são: firmeza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e gomosidade. Sendo que o teor de água e de gordura são as principais características que influenciam a textura do produto (VAN DENDER, 2006).

Tabela 6. Definições instrumentais, físicas e sensoriais das propriedades do perfil de textura.

Parâmetros	Instrumental	Física	Sensorial
Dureza/ Firmeza (N)	É definido como o pico de força durante o primeiro ciclo de compressão.	Força necessária para produzir certa deformação.	Força requerida para compressão entre os dentes molares (para sólidos) e entre a língua e o palato (para semi-sólidos).
Coesividade	Razão da força positiva da área do segundo ciclo de compressão pelo primeiro ciclo de compressão.	Quantidade de energia necessária para romper as ligações internas das amostras.	Grau que uma substância é comprimida entre os dentes antes de se romper.
Elasticidade (mm)	É a medida que o alimento atinge entre o final do primeiro ciclo de compressão e o segundo ciclo.	Velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada depois que a força de compressão é removida.	Grau que o produto volta à sua forma original.
Adesividade (J)	É a área de força negativa do primeiro ciclo de compressão, representando a força necessária para a retirada do probe do alimento.	Trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outra superfície a qual o alimento está em contato.	Força requerida para remover o alimento que adere à boca (palato)
Gomosidade (N)	É definido como o produto entre firmeza e coesividade	Força p/ mastigar alimentos semi-sólidos até deglutição	Força requerida para desintegrar uma amostra semi-sólida à consistência adequada para deglutição
Mastigabilidade (J)	É definida como o produto entre coesividade, elasticidade e dureza.	Força p/ mastigar alimentos sólidos até deglutição	Força requerida para desintegrar uma amostra sólida à consistência adequada para deglutição

Fonte: BOURNE, 1978.

O Perfil de Textura Instrumental vem sendo aplicado com eficiência para uma gama de alimentos. Este método tem como vantagem a simplicidade e a possibilidade das medidas de textura obtidas poderem ser correlacionadas com textura sensorial (BOURNE, 2002).

Bosi (2008) caracterizou o perfil de textura (TPA) de requeijões com reduzido teor de gordura e com adição de fibra funcional, encontrando aumento da firmeza e da adesividade durante o período de estocagem dos requeijões. O mesmo comportamento foi encontrado por Gallina (2005) no acompanhamento da vida-de-prateleira de requeijão cremoso *light* e requeijão cremoso *light* UHT, ambos com adição de CPS 34% de proteína. O aumento da firmeza e da adesividade dos produtos é explicada pela absorção gradativa de água pela fibra e pelo concentrado de proteína de soro (CPS 34%).

2.4 Análise sensorial de alimentos

O objetivo final de um novo produto é a aceitação por parte do consumidor, pois de nada vale um produto excelente, no que tange a suas características físicas, químicas e microbiológicas, se a característica sensorial deste não satisfaz às necessidades e o desejo de quem o consumirá (MINIM, 2006).

Quando a intenção é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto utiliza-se teste de aceitação com escala hedônica. Esta escala varia gradativamente entre os termos hedônicos “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”, permitindo que o consumidor expresse sua aceitação pelo produto com base nos atributos gosta e desgosta; a qual pode variar em cinco, sete e nove pontos, sendo a escala hedônica de nove pontos a mais recomendada (MINIM, 2006).

As metodologias tradicionais para analisar dados de aceitação possuem algumas limitações, devido a estas analisarem somente a média de aceitação de um grupo de consumidores, não considerando suas individualidades, podendo ocasionar em perda de informações importantes do comportamento individual de cada um dos provadores. Dessa forma, a técnica de mapa de

preferência foi desenvolvida para comparar preferências e relacioná-las com as características de qualidade do produto. O mapa de preferência utiliza procedimentos estatísticos multivariados para obter uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre os diversos produtos e considera a individualidade dos consumidores (MINIM, 2006).

Quando o objetivo não é avaliar a aceitabilidade sensorial do produto, mas sim caracterizá-lo sensorialmente, técnicas de análise descritiva são utilizadas. As técnicas descritivas mais utilizadas são: Perfil de Sabor, Perfil de Textura, Perfil Livre, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e a Análise Descritiva de Ordenação (ADO).

Estes métodos têm o objetivo de descrever as propriedades sensoriais dos alimentos, proporcionando informações sobre sua aparência, aroma, sabor e textura (GILLETE, 1984; STONE & SIDEL, 1998; MEILGAARD et al.; 2006).

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é a metodologia descritiva mais utilizada e apresenta-se como uma técnica em que indivíduos treinados identificam e quantificam, em ordem de ocorrência, os atributos levantados para estudo, a fim de proporcionar uma completa descrição das propriedades sensoriais do produto, representando assim, um dos métodos mais completos para a caracterização sensorial de atributos importantes e que dirigem a aceitação pelo consumidor (STONE & SIDEL, 1974; DUTCOSKY, 1996; MUÑOZ et al., 1992; LAWLESS, 1999; MURRAY et al., 2001).

Esta metodologia possui inúmeras aplicações, como por exemplo, o acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos para verificar possíveis alterações no decorrer do período, desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade, definição de um padrão ou referência para o controle de qualidade de determinado produto, determinações químicas com respostas sensoriais (STONE & SIDEL, 1993; MEILGAARD et al.; 2006).

Utilizando uma escala não estruturada para avaliar a intensidade de cada atributo, a ADQ permite a completa descrição e quantificação das características sensoriais com precisão em termos matemáticos, possibilitando a correlação com medidas instrumentais.

2.5 Correlações entre medidas sensoriais e instrumentais

A avaliação descritiva é raramente usada na indústria principalmente devido ao custo e ao tempo necessário para treinar e conduzir uma equipe treinada. Por outro lado, a avaliação de textura por medidas instrumentais são geralmente mais “baratas” e mais fáceis de controlar, representando uma alternativa interessante para a avaliação sensorial de textura, fornecendo dados instrumentais que podem estar relacionados com a descrição sensorial (LASSOUED et al., 2008).

Tárrega et al. (2007) observaram uma boa correlação entre a consistência sensorial e a viscosidade aparente determinada a taxa de deformação de 10 s^{-1} (η_{10}) em sobremesas lácteas comerciais sabor baunilha. Vidigal (2009) observou correlação das propriedades tensão inicial (τ_0), viscosidade aparente a 10 s^{-1} (η_{10}) e firmeza com a consistência sensorial e concluiu que a partir da medida instrumental de textura (τ_0 , η_{10} e firmeza) pode-se prever a consistência das sobremesas lácteas percebida sensorialmente.

Kealy (2006) observou as associações existentes em relação às conclusões de um painel treinado, reômetro rotacional e análise de perfil de textura (TPA) para quatro diferentes tipos de queijo. Boa correlação entre análise sensorial e TPA foi encontrada para dureza e adesividade, porém a propriedade de textura coesividade apresentou uma correlação menos satisfatória. As propriedades reológicas de tensão inicial, viscosidade complexa e de módulo de armazenamento foram medidas. A tensão inicial foi relacionada aos atributos sensoriais dureza e adesividade, a viscosidade complexa e o módulo viscoso apresentaram relevância para a coesividade instrumental. Módulo elástico, medido pelo reômetro, e elasticidade obtida pela TPA também se correlacionaram bem.

A correlação entre medidas instrumental e sensorial é de grande importância para a indústria de alimentos, uma vez que as medidas instrumentais são obtidas mais facilmente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Planejamento experimental

O experimento seguiu o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com dois fatores (gordura e água) em dois níveis (2^2), mais quatro pontos axiais (2×2) e o ponto central. O ponto central foi repetido três vezes para estimativa do erro puro, perfazendo um total de 11 ensaios ($2^2 + 2 \times 2 + 3$).

As combinações dos níveis de gordura e de água que originaram as nove formulações e suas codificações estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7. Combinações dos níveis de gordura e água e suas codificações.

Formulação	Gordura (%)	Codificação (x_1)	Água (%)	Codificação (x_2)
F1	17,3	1	65	-1
F2	17,3	1	70	1
F3	10,2	-1	70	1
F4	10,2	-1	65	-1
F5	13,7	0	71	$\sqrt{2}$
F6	18,7	$\sqrt{2}$	67,5	0
F7	13,7	0	64	$-\sqrt{2}$
F8	8,7	$-\sqrt{2}$	65	-1
F9 (PC)*	13,7	0	67,5	0

* Ponto central (PC): ponto com três repetições

A codificação dos níveis foi realizada atribuindo ao maior nível de cada fator o código 1 e ao menor -1, conseqüentemente o ponto central, foi codificado com 0.

A codificação dos níveis seguiu a equação 1, dada por:

$$x_i = \frac{(x_i - C)}{I} \quad (1)$$

Em que:

- ✓ x_i é o valor a ser codificado (nível da variável X na escala real);
- ✓ C é o valor do nível intermediário (correspondente ao ponto central);
- ✓ I é o intervalo entre dois níveis do fator.

Os pontos axiais (2x2) são pontos adicionais do fatorial básico que têm como objetivo aumentar o número de graus de liberdade (GL) de tratamento para possibilitar o ajuste do modelo de regressão completo. São alocados a uma distância α ($\sqrt{2}$) do ponto central (PC), de forma que, ao rotacionar os pontos do fatorial básico a configuração espacial permaneça inalterada, conforme ilustra a Figura 5.

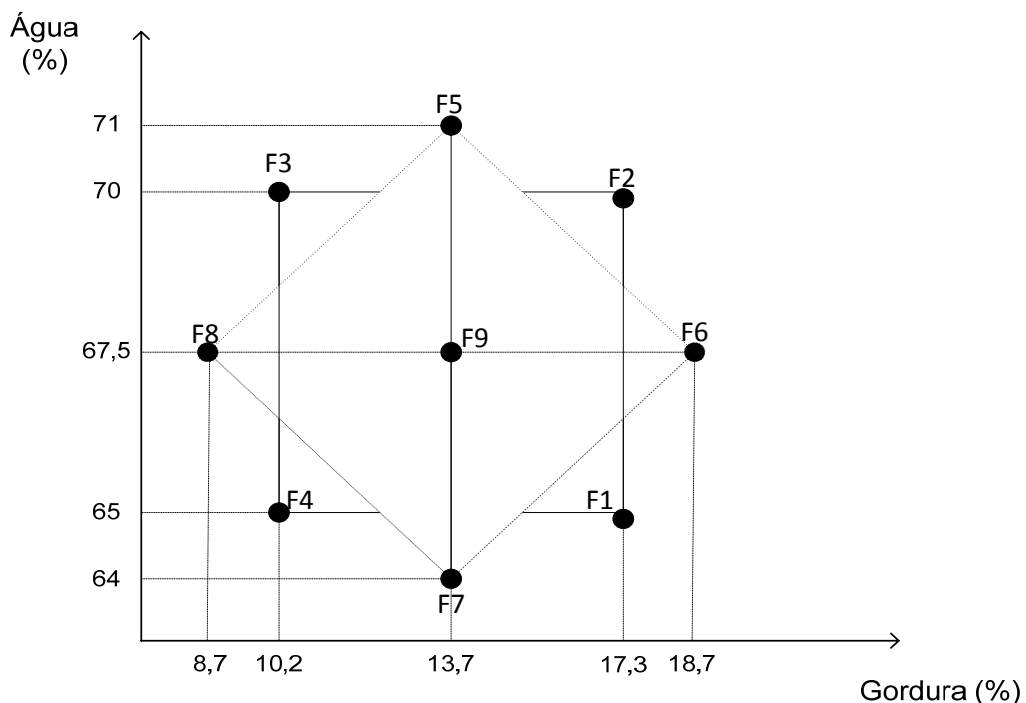


Figura 5. Disposição dos pontos experimentais no delineamento composto central rotacional (DCCR).

Os níveis de gordura em estudo foram definidos de forma que a formulação com maior percentual de gordura (18,7%) atendesse a redução mínima (25%) exigida pela legislação para ser considerada *light* (BRASIL, 1998). Para tanto, foi fixado como referência um requeijão com 25% de gordura, portanto, uma redução de 25% exige um requeijão com no máximo 18,7% de gordura (F6). O nível mínimo deste constituinte foi determinado por meio de testes preliminares, onde maiores reduções de gordura foram inviáveis. Os níveis máximo (1) e mínimo (-1) de água foram definidos por meio dos testes preliminares, sendo ajustados teores que permitiram a obtenção de requeijões com textura característica de requeijão.

Os demais níveis foram determinados pelo próprio delineamento estatístico, de forma que todos os pontos se encontrassem a uma distância α do ponto central (PC).

Na análise dos resultados, a seleção do modelo que explicou o efeito da gordura e da água nas características reológicas e sensoriais do requeijão *light* adicionado de CPS se deu a partir do modelo de segundo grau completo, dado por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_{21} X_{1i}^2 + \beta_{22} X_{2i}^2 + \beta_{12} X_{1i} X_{2i} + e_i \quad (2)$$

Em que:

- ✓ Y_i : é a variável resposta;
- ✓ β_0 : constante do modelo de regressão;
- ✓ β_1 e β_2 : efeito de primeira ordem da gordura e da água;
- ✓ β_{21} e β_{22} : efeito de segunda ordem da gordura e da água;
- ✓ β_{12} : interação entre a gordura e a água;
- ✓ X_{1i} : teor de gordura da formulação;
- ✓ X_{2i} : teor de água da formulação;
- ✓ e_i : representando o erro experimental NID $(0, \sigma^2)$.

Para a seleção do modelo de melhor ajuste foi avaliada a falta de ajuste, os coeficientes da regressão e, por último, o coeficiente de exatidão R^2 ($SQ_{REGRESSÃO}/SQ_{TRATAMENTOS}$). As análises para ajuste do modelo proposto foram realizadas utilizando-se o software SAS[®] (Statistical Analysis System – SAS), versão 9.1, licenciado para uso da Universidade Federal de Viçosa.

3.2 Processamento do requeijão

3.2.1 Definição das proporções dos ingredientes

A concentração de CPS foi fixada em 2% em relação ao produto final para todas as formulações, conforme definido em testes preliminares.

As concentrações de NaCl, sal fundente e conservantes foram definidas de acordo com a literatura (VAN DENDER, 2006) e estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Concentrações de NaCl, sal fundente e conservantes.

Ingrediente	Concentração (%) em relação ao produto final
NaCl	0,80
Sal fundente (Joha S9)	0,70
Sorbato de Potássio	0,020
Nisina	0,017

O processamento dos requeijões se deu a partir de 50 litros de leite por batelada (formulação) e a quantidade dos demais ingredientes foi definida por meio do balanço de massa dos constituintes, de forma que o teor de gordura e água das formulações finais correspondesse aos níveis estipulados pelo delineamento experimental (DCCR). Foi considerada a perda de 1,3 kg de

água por evaporação durante o processamento, conforme determinado em testes preliminares.

3.2.2 Fluxograma de produção dos requeijões *light* adicionados de CPS

O processamento do requeijão foi realizado na planta piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O produto foi constituído de leite cru desnatado, água, ácido láctico 85% PA, creme de leite, concentrado protéico de soro de queijo (CPS 35% de proteína), NaCl, sal fundente (Joha S9) e conservantes (sorbato de potássio e nisina). O produto foi processado em tacho aberto provido de agitador mecânico.

O fluxograma de produção do requeijão cremoso seguiu o método proposto por Fernandes e Martins (1980) com algumas modificações determinadas durante testes preliminares. A Figura 6 representa o fluxograma de processamento dos requeijões *light* adicionados de CPS.

Durante os testes preliminares o tempo do primeiro cozimento foi fixado em 8 minutos, sendo o tempo suficiente para a completa mistura e homogeneização da massa com o creme e a água. A temperatura de 70°C foi estipulada devido a esta permitir a devida fusão da massa e não provocar queima do produto.

Também foi definido que o CPS só seria adicionado à temperatura de 80°C para permitir a desnaturação parcial das proteínas do soro e a exposição dos grupamentos sulfídricos, promovendo a interação da β -lactoglobulina com a caseína. O CPS só foi adicionado no fim do processamento, uma vez que a exposição das proteínas do soro à temperaturas elevadas por um tempo maior provocou enrijecimento da estrutura protéica, prejudicando a textura do requeijão. Assim, foi padronizado o tempo de 2 minutos para permitir a devida mistura do ingrediente. O CPS foi adicionado diluído em 500 mL de água (quantidade já inclusa nos cálculos) para evitar a formação de “grumos”.

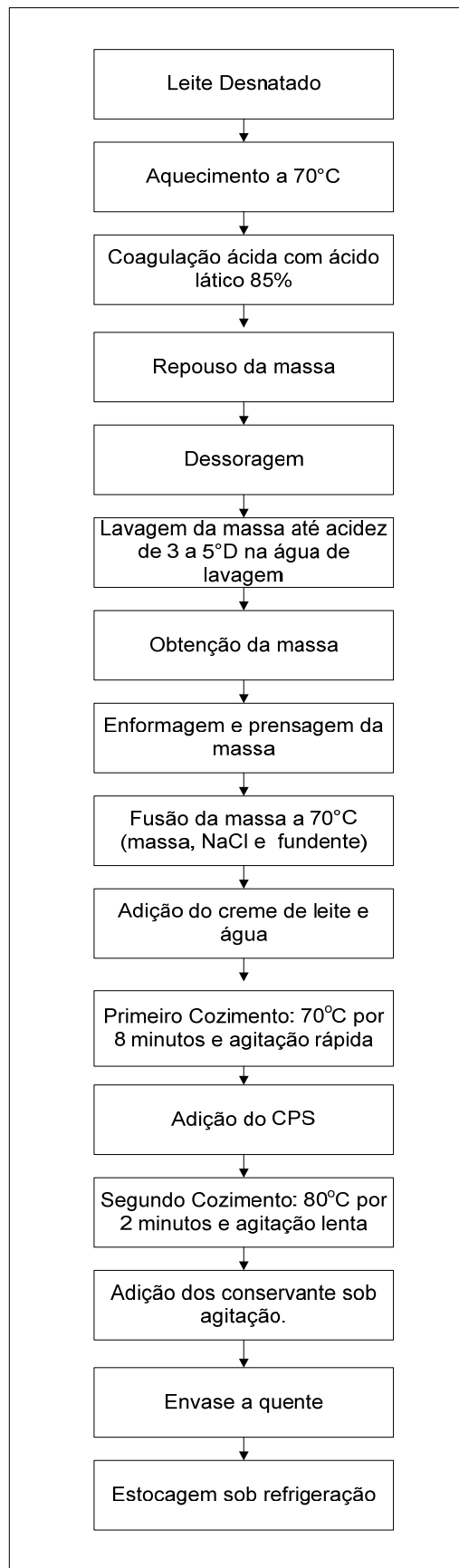


Figura 6. Fluxograma de processamento de requeijão *light* com CPS.

3.3 Determinação da composição centesimal dos requeijões

Foram determinados os seguintes constituintes de todas as formulações de requeijão:

- **Teor de água:** determinação pela perda de peso em estufa, a temperatura de 105°C, até peso constante, de acordo com a metodologia descrita Manual de Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985);
- **Lipídios:** determinação pelo método de Gerber utilizando butirômetro especial, de acordo com a metodologia descrita Manual de Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985);
- **Proteínas:** uso do método de Kjeldahl modificado, o qual se baseia na determinação do nitrogênio total e posterior cálculo do teor de proteína pela multiplicação pelo fator 6,38 INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985);
- **Resíduo mineral fixo (cinzas):** determinação pela perda de peso ocorrida após a incineração de toda matéria orgânica em forno-mufla a temperatura de 510°C a 560°C, de acordo com a metodologia descrita Manual de Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985);
- **Carboidratos:** determinação por meio da diferença percentual da soma dos demais nutrientes – proteínas, lipídios, cinzas e água (COSTA, 2003).
- **Valor energético (caloria):** o conteúdo calórico foi determinado de acordo com a composição dos requeijões em termos de proteínas, lipídios e carboidratos. Utilizando os fatores de conversão de cada nutriente, ou seja, 4, 9 e 4 Kcal/g de alimento, respectivamente.

As análises para determinação da composição centesimal dos requeijões foram realizadas em duplicata para cada repetição.

3.4 Análise microbiológica dos requeijões *light* adicionados de CPS

As análises microbiológicas realizadas foram as exigidas pelo regulamento técnico de identidade e qualidade de requeijão (BRASIL, 1997), ou seja, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *stafilococcus* coagulase positiva.

As análises foram realizadas utilizando petrifilm[®], segundo metodologia descrita no *Standard Methods* (1992). Utilizou-se solução salina (0,85%) como solução diluente, sendo plaqueadas as diluições 10^{-1} e 10^{-2} . As colônias foram enumeradas por meio da leitura direta nas placas tipo *petrifilms*.

3.5 Análise sensorial dos requeijões *light*

3.5.1 Caracterização sensorial de requeijão: ADQ

3.5.1.1 Recrutamento de julgadores

Foram distribuídos 50 questionários de recrutamento, às pessoas que demonstraram interesse em participar dos testes sensoriais, sendo recrutados para a realização da pré-seleção aqueles que apresentaram disponibilidade de tempo, afinidade pelo produto, habilidade em trabalhar com escala não-estruturada, conhecimento sobre termos descritivos e condições de saúde que não comprometessem as análises.

3.5.1.2 Pré-seleção

A etapa de pré-seleção foi realizada utilizando o requeijão cremoso da marca comercial Viçosa (RV). Para isto, o requeijão foi diluído com 10% de leite desnatado (RV_D).

Para utilizar estes produtos (RV e RV_D) nesta etapa foi necessário constatar se estes eram estatisticamente diferentes. Para isto, foi realizado um teste triangular com 30 julgadores. Os produtos diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade, sendo, portanto utilizados na etapa de pré-seleção dos julgadores (ADQ).

Na pré-seleção os julgadores foram submetidos a uma série de quatro testes triangulares, com o objetivo de verificar a facilidade de discriminação de amostras sensorialmente semelhantes.

Em cada sessão foram apresentadas três amostras, codificadas com códigos de três dígitos aleatórios, sendo duas iguais e uma diferente. Aos candidatos foi solicitado que identificassem a amostra diferente. Os triângulos foram apresentados em arranjos diferentes para evitar erros de tendenciamento (CHAVES, 2005). As cabines estavam providas de água a temperatura ambiente, luz branca, lápis e borracha.

Para a avaliação das amostras, os candidatos receberam uma ficha resposta (CHAVES, 2005) em cada sessão, as quais foram separadas e organizadas por candidato para quantificação das respostas corretas. Foram selecionados os candidatos que acertaram no mínimo 75% dos testes.

3.5.1.3 Levantamento dos termos descritivos e definição dos padrões de referência

O desenvolvimento da terminologia descritiva foi realizado pelos julgadores pré-selecionados em discussão aberta com auxílio da lista prévia de termos descritivos (Tabela 9) para requeijão, obtida no trabalho realizado por Garruti et al. (2003). A equipe de julgadores foi dividida em dois grupos para a realização da sessão aberta, a fim de facilitar a discussão e a exposição da opinião de todos. As nove formulações foram apresentadas juntamente com a lista prévia e então, foi solicitado aos julgadores que confeccionassem a lista com os termos descritivos que caracterizassem os produtos apresentados. Após o levantamento dos atributos os julgadores definiram cada termo

sensorial. Assim, a lista dos atributos foi elaborada e os padrões para ancorarem os extremos da escala não estruturada foram definidos (Tabela 10).

3.5.1.4 Treinamento dos julgadores

Foram realizadas diversas sessões de treinamento, nas quais foram apresentadas as referências que ancoraram os extremos da escala não estruturada juntamente com as definições de cada atributo (Tabela 10). Os julgadores foram orientados a ler a definição dos atributos e em seguida provar e memorizar os padrões referentes a cada atributo.

3.5.1.5 Seleção dos julgadores

Após o treinamento foi realizado um teste preliminar visando à seleção final dos julgadores adequadamente treinados.

Para a seleção final dos julgadores foram utilizados os requieijões F2 (17,3%G e 70%U) e F4 (10,2%G e 65%U), os quais foram apresentados numa mesma sessão. A lista de definição dos termos descritivos foi fixada nas cabines durante todo o período de análise a fim de auxiliar o julgador na avaliação. As análises foram realizadas utilizando a ficha definitiva da análise descritiva quantitativa (Figura 7), ou seja, a ficha com todos os atributos levantados e com a escala não estruturada de nove centímetros. O teste foi realizado em quatro repetições.

Os julgadores foram avaliados de acordo com seu poder de discriminação e repetibilidade. Foram realizadas análises de variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e repetição) por atributo para cada julgador. Foram selecionados para a etapa final da ADQ os julgadores que apresentaram probabilidade de $F_{AMOSTRA} \leq 0,50$ e probabilidade de $F_{REPETIÇÃO} \geq 0,05$ em todos os atributos avaliados, conforme proposto por Damasio e Costell, 1991.

Tabela 9. Lista prévia de termos descritivos de requeijão cremoso.

Atributos	Definições
APARÊNCIA	
Cor amarela	Cor característica de requeijão variando do branco amarelado a amarelo claro
Liso	Característica do produto apresentar-se liso, contínuo, sem grânulos ou pelotes
USO	
Consistência	Força requerida para retirar o produto a 20°C do copo com a faca
Formação de fios	Característica do produto a 20°C de formar fios longos quando manipulado com a faca
Espalhabilidade	Facilidade com que o produto a 20°C é espalhado sobre a bolacha, correndo junto com a faca
AROMA	
Leite	Aroma característico de leite tipo UHT
Queijo	Aroma característico de queijo tipo polenguinho
Creme de leite	Aroma característico de creme de leite UHT
SABOR	
Salgado	Gosto característico de uma solução aquosa de cloreto de sódio
Queijo	Sabor característico de queijo tipo polenguinho
Creme de leite	Sabor característico de creme de leite UHT
TEXTURA	
Viscosidade	Força necessária para se puxar a amostra da colher para a língua relacionada com a consistência que pode ser percebida na boca
Adesividade	Força necessária para remover a amostra que adere ao palato e aos dentes durante o processo de deglutição

Fonte: Garruti et al. (2003).

Tabela 10. Atributos sensoriais levantados pela equipe de julgadores, suas respectivas definições e padrões que ancoram os extremos da escala não estruturada.

Atributos	Definições	Referências
APARÊNCIA		
Cor Característica	Cor característica de requeijão, variando do branco-amarelado ao amarelo claro.	Fraca: F2
		Forte: F6
Consistência	Força necessária para mexer o produto a com a colher.	Fraca: F2
		Forte: F8
Espalhabilidade	Capacidade de espalhar o requeijão com uma colher sobre o biscoito.	Fraca: F8
		Forte: F2
AROMA		
Aroma Característico	Aroma característico de requeijão cremoso.	Fraca: F8
		Forte: F6
SABOR		
Sabor Característico	Sabor característico de requeijão cremoso.	Fraca: F8
		Forte: F6
TEXTURA		
Viscosidade	Força necessária para puxar o produto da colher para a boca.	Fraca: F2
		Forte: F8
Adesividade	Força necessária para remover o produto que adere ao palato.	Fraca: F2
		Forte: F8

F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

3.5.1.6 Avaliação final dos requeijões

A apresentação das formulações de requeijão para a avaliação final foi realizada de forma monádica e aleatória. Sendo que em cada sessão o julgador avaliava no máximo três formulações, a fim de evitar a fadiga

sensorial. No momento da avaliação, os julgadores receberam a ficha de avaliação (Figura 7) e a lista de definição dos atributos sensoriais (Tabela 10).

Os escores sensoriais obtidos para cada atributo foram analisados por meio da Análise de Variância (ANOVA), com as fontes de variação: amostra, julgador e interação amostra*julgador.

O modelo estatístico que representa o delineamento utilizado (Delineamento em Blocos Casualizados) é dado por:

$$Y_{ijk} = m + T_i + B_j + (T * B)_{ij} + e_{ijk} \quad (3)$$

Em que:

- ✓ Y_{ijk} = medida do atributo sensorial da formulação i para o julgador j na repetição k;
- ✓ m = média geral;
- ✓ T_i = efeito (contribuição) da formulação i;
- ✓ B_j = efeito (contribuição) do julgador j;
- ✓ e_{ijk} = erro aleatório NID $(0, \sigma^2)$.

Os resultados também foram avaliados por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) e submetidos ao ajuste de modelo de regressão em função dos fatores em estudo (teor de gordura e de água dos requeijões adicionados de CPS).

Nome: _____ Data: __/__/__.

FICHA DE AVALIAÇÃO – ADQ

Por favor, prove a amostra e marque com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade da característica avaliada.

Código da amostra _____

Cor Característica		_____	
	Claro		Escuro
Consistência		_____	
	Fraco		Forte
Espalhabilidade		_____	
	Fraco		Forte
Aroma Característico		_____	
	Fraco		Forte
Sabor Característico		_____	
	Fraco		Forte
Viscosidade		_____	
	Fraco		Forte
Adesividade		_____	
	Fraco		Forte

Figura 7. Ficha definitiva na Análise Descritiva Quantitativa.

3.5.2 Aceitabilidade sensorial

Para o teste de aceitabilidade sensorial utilizou-se as nove formulações, sendo que as três repetições do ponto central (PC) deram origem a uma única amostra.

Foram recrutados, no Campus da Universidade Federal de Viçosa, 100 consumidores de requeijão que habitualmente consumiam o produto. As formulações de requeijão foram servidas aos consumidores de forma aleatória e monádica.

As formulações de requeijão foram servidas em copos descartáveis contendo aproximadamente 10g do produto. Foi servido entre as avaliações dos produtos um biscoito tipo água e sal para limpar as papilas gustativas. Utilizou-se a escala hedônica de nove pontos, variando de “gostei extremamente” (escore 9) a “desgostei extremamente” (escore 1), para os julgadores expressarem a aceitação em relação à textura (visual), ao sabor e à impressão global dos produtos (MINIM, 2006).

A análise dos resultados foi realizada por meio do Mapa de Preferência Interno. Para obtenção do Mapa de Preferência Interno ou Análise de Preferência Multidimensional (MDPREF), os dados de aceitação (teste de consumidor) foram organizados numa matriz de formulações (em linhas) e consumidores (em colunas), e esta submetida à Análise de Componentes Principais (ACP). Esta é uma técnica que utiliza alguns procedimentos estatísticos multivariados para obter uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre os produtos e permite considerar a individualidade dos consumidores e não somente a média do grupo (MINIM, 2006).

3.5.3 Correlação dos atributos sensoriais com a aceitabilidade dos requeijões *light* adicionados de CPS

Para verificar quais atributos sensoriais contribuíram (positivamente ou negativamente) para a aceitabilidade sensorial dos requeijões foram realizadas

análises de correlações (*Pearson*) entre os atributos sensoriais (aroma característico, sabor característico, consistência, viscosidade, espalhabilidade e adesividade) e os componentes principais obtidos da ACP dos dados da aceitabilidade sensorial (CARNEIRO, 2005), visando segmentar as características sensoriais responsáveis pela direção da aceitação dos requeijões.

Os atributos sensoriais que apresentaram correlação com os componentes principais foram submetidos a uma análise de comparação das intensidades destes atributos com a aceitabilidade dos produtos, onde se obteve para cada atributo sensorial as faixas de intensidade que contribuem para a aceitação do requeijão.

3.6 Análises reológicas dos requeijões *light* adicionados de CPS

3.6.1 Testes rotacionais e oscilatórios

A determinação das propriedades reológicas das formulações de requeijão *light* adicionado de CPS foi realizada em um reômetro oscilatório HAAKE MARS (Modular Advanced Reometer System, Thermo Electron Corp., Alemanha) (Figura 8), equipado com um banho termostático (Phoenix 2C30P, Thermo Electron Corp., Alemanha), utilizando o sensor de placas paralelas serrilhadas de 20 mm de diâmetro (PP 20S) para todas as formulações.

As medidas foram realizadas às temperaturas de 10°C e 25°C, representando a temperatura de consumo e a temperatura oral, respectivamente (TÁRREGA et al., 2005; ENGELEN et al., 2003).

Antes das análises reológicas, as amostras foram mantidas em repouso por 5 minutos para estabilização da temperatura e rearranjo estrutural. Uma nova amostra foi utilizada em cada ensaio.

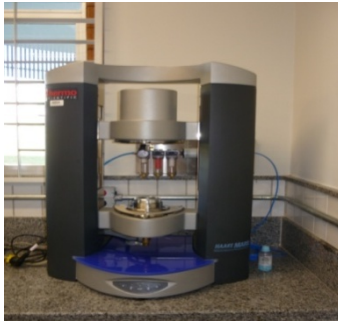


Figura 8. Reômetro oscilatório HAAKE MARS.

Os resultados foram avaliados por meio da Análise de Variância (Teste F) e Análise de Componentes Principais (ACP). Também procedeu-se ao ajuste de modelos de regressão em função dos fatores em estudo (teor de gordura e de água dos requeijões).

O modelo estatístico que representa o delineamento utilizado (Delineamento Inteiramente Casualizado) é dado por:

$$Y_{ij} = m + T_i + e_{ij} \quad (4)$$

Em que:

- ✓ Y_{ijk} = medida da propriedade reológica da formulação i na repetição j ;
- ✓ m = média geral;
- ✓ T_i = efeito (contribuição) da formulação i ;
- ✓ e_{ij} = erro aleatório NID $(0, \sigma^2)$.

3.6.1.1 Testes rotacionais

Foram determinadas as medidas de tensão inicial (τ_0) e viscosidade aparente (η_{ap}) de todas as formulações.

Para determinar a tensão inicial das formulações foi aplicada uma rampa de tensão de cisalhamento (5 a 1800 Pa) por 2 minutos. O método das tangentes foi usado para obter os valores de tensão inicial.

Antes da determinação da viscosidade aparente dos requeijões realizou-se a quebra da tixotropia das amostras a uma taxa de deformação de 10 s^{-1} por 5 minutos. Após a quebra da tixotropia, o valor da viscosidade aparente foi obtido utilizando o software Haake RheoWin Data Manager.

3.6.1.2 Testes oscilatórios

A região de viscoelasticidade linear de cada formulação foi determinada por meio da aplicação de uma varredura de tensão (0,1 a 500 Pa) a frequência constante de 1 Hz. Para o teste oscilatório foi utilizado um valor de tensão dentro do intervalo de viscoelasticidade linear de cada formulação, conforme apresentado na Tabela 11

Tabela 11. Valor de tensão de cisalhamento situado na região de viscoelasticidade linear das formulações de requeijão.

Formulações	Tensão (Pa)
F1, F3 e F9	10,0
F2, F5 e F6	0,3
F4, F7 e F8	115,0

F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

No teste oscilatório, foi aplicada uma varredura de frequência (0,01 a 10 Hz) a uma tensão constante (Tabela 12) e os valores dos componentes elástico (G') e viscoso (G'') foram obtidos. A $\tan \delta$ (G''/G') foi calculada para cada ponto.

Também foi realizada uma varredura de temperatura (de 5 °C a 35 °C), a frequência de 1 Hz, para verificar o comportamento viscoelástico dos requeijões em função da temperatura.

Para as análises estatísticas dos resultados, utilizou-se o valor de G' , G'' e $\tan \delta$ a frequência de 4,64 Hz (CUNHA, 2007).

3.6.2 Teste de penetração – Análise do perfil de textura (TPA)

A análise de perfil de textura foi conduzida em máquina universal de teste mecânico (Instron – Série 3367, Estados Unidos, 2005). As análises foram realizadas a 10 °C, representando a temperatura de armazenamento do requeijão.

Uma probe de 15 mm de diâmetro foi movida perpendicularmente sobre o requeijão, contido na própria embalagem. As condições do teste foram: célula de carga de 1 KN, distância de compressão de 20% da altura do produto, velocidade: 1,0 mm/s, tempo de contato de 5 segundos, com dois ciclos de penetração (RAPACCI, 1997).

A força exercida sobre o produto foi automaticamente registrada e as propriedades de textura firmeza (N), gomosidade (N), coesividade (adimensional), mastigabilidade (J) e elasticidade (mm) foram automaticamente calculadas pelo software Blue Hill 2.0 (Instron, Estados Unidos, 2005) a partir das curvas de força (N) x tempo (s) geradas durante o teste. Foram realizadas 5 análises para cada repetição (replicatas).

As propriedades de textura (firmeza, gomosidade, coesividade, mastigabilidade e elasticidade) foram analisadas por meio da Análise de Variância (teste F) e Análise de Componentes Principais (ACP). Também procedeu-se ao ajuste de modelo de regressão em função dos fatores em estudo (gordura e água).

3.7 Correlação das propriedades reológicas com a aceitabilidade sensorial dos requeijões em relação à textura

Para verificar quais propriedades de textura contribuíram (positivamente ou negativamente) para a aceitabilidade sensorial dos requeijões foram realizadas análises de correlações (*Pearson*) entre as propriedades reológicas determinadas a 10°C (tensão inicial, viscosidade aparente, $\tan \delta$, firmeza, gomosidade, mastigabilidade e elasticidade) e os componentes principais obtidos da ACP dos dados da aceitação sensorial para o atributo textura (CARNEIRO, 2005), visando segmentar as propriedades reológicas responsáveis pela direção da aceitação da textura dos requeijões.

As propriedades reológicas que apresentaram correlação com os componentes principais foram submetidas a uma análise de comparação das intensidades destas propriedades com a aceitabilidade sensorial dos produtos, onde se obteve para cada atributo sensorial as faixas de intensidade que contribuem para a aceitação do requeijão.

3.8 Correlação entre medidas sensoriais e instrumentais

A correlação entre as medidas de textura instrumentais e sensoriais foi determinada utilizando a ACP. Procedeu-se a análise dos dados reológicos e sensoriais determinados a temperatura de 10°C e, separadamente, às medidas determinadas a 25°C, correspondendo à temperatura de refrigeração e à temperatura oral, respectivamente.

As medidas sensoriais determinadas a 10°C foram os atributos consistência e espalhabilidade, pois a avaliação destes atributos foi realizada visualmente e os produtos foram servidos aos julgadores à temperatura de refrigeração (10°C). Já os atributos viscosidade e adesividade foram determinados por meio da degustação dos requeijões, correspondendo à temperatura de 25°C (temperatura oral). Também foi realizada uma análise de correlação (*Pearson*) para confirmar as correlações sugeridas pela ACP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição centesimal dos requeijões

A composição centesimal dos requeijões *light* adicionados de CPS está apresentada na Tabela 12. Os requeijões processados corresponderam aos níveis estipulados pelo delineamento, pois apresentaram valores muito próximos aos níveis de gordura e de água desejados, tendo variação máxima de 1,30% (teor de gordura do requeijão F4).

As diferentes combinações entre gordura e água produziram requeijões com teor ESD diferenciado, devido a este constituinte ser calculado pela diferença percentual entre o conteúdo total e o teor de gordura e água. Portanto, a redução do teor de gordura e água acarretou em um aumento do teor de proteína (caseína) nos requeijões. Resultado semelhante também foi encontrado por Bosi (2008) na avaliação de queijos cremosos.

Observou-se esta relação nas formulações estudadas, onde os requeijões F2 e F3 apresentaram um aumento de 13,85% para 19,76% do ESD quando o teor de gordura foi reduzido de 16,4% para 10,5%. O mesmo comportamento foi verificado para os requeijões F6, F9 e F8 (aproximadamente 67,5% de água) e também para as formulações F1 e F4 (65% de água).

O conteúdo de água também provocou alterações no ESD dos requeijões, sendo que o ESD das formulações F1 e F2 aumentou de 13,85% para 18,06% quando o teor de água diminuiu de 69,75% para 64,90%. O mesmo observado para as formulações F5, F9 e F7 (13,7% de gordura) e também para F3 e F4 (aproximadamente 10,2% de gordura).

Assim, foi identificado que os teores de gordura e de água influenciaram inversamente o percentual de ESD dos requeijões, sendo esta característica a responsável pelo equilíbrio existente entre requeijões com teores diferentes de gordura. Como se pôde observar, as formulações F1, F3 e F9, produtos com combinações diferentes de gordura e água, apresentaram teor de ESD semelhantes (aproximadamente 19%), devido à compensação da água no teor de ESD gerado pela redução de gordura.

Tabela 12. Composição centesimal dos requeijões light adicionados de CPS.

Formulações	Constituintes (%)					ESD (%)	Valor Calórico (Kcal)
	Água	Gordura	Proteína	Cinzas	Carboidratos		
F1	64,90 ± 0,10	16,50 ± 0,20	14,02 ± 0,25	3,14 ± 0,09	1,44 ± 0,14	18,60 ± 0,30	210,34
F2	69,75 ± 0,10	16,40 ± 0,10	10,01 ± 0,20	2,69 ± 0,18	1,15 ± 0,02	13,85 ± 0,00	192,24
F3	69,75 ± 0,10	10,50 ± 0,13	14,35 ± 0,25	3,28 ± 0,46	2,12 ± 0,68	19,75 ± 0,03	165,02
F4	65,47 ± 0,10	11,50 ± 0,32	18,14 ± 0,04	3,19 ± 0,11	1,70 ± 0,28	23,03 ± 0,22	182,86
F5	71,02 ± 0,10	13,00 ± 0,18	12,07 ± 0,30	2,65 ± 0,01	1,26 ± 0,01	15,98 ± 0,28	170,32
F6	67,20 ± 0,00	18,50 ± 0,53	10,54 ± 0,09	2,51 ± 0,02	1,26 ± 0,45	14,31 ± 0,52	213,7
F7	63,50 ± 0,10	13,10 ± 0,08	18,46 ± 0,25	2,96 ± 0,01	1,98 ± 0,06	23,40 ± 0,18	199,66
F8	66,67 ± 0,05	8,45 ± 0,13	19,40 ± 0,17	3,40 ± 0,29	2,08 ± 0,28	24,88 ± 0,18	161,97
F9 R1 (PC)	67,15 ± 0,00	13,60 ± 0,15	15,09 ± 0,20	2,80 ± 0,00	1,37 ± 0,05	19,26 ± 0,15	188,24
F9 R2 (PC)	67,02 ± 0,10	13,75 ± 0,20	15,01 ± 0,05	2,88 ± 0,07	1,34 ± 0,28	19,23 ± 0,30	189,15
F9 R3 (PC)	67,23 ± 0,24	13,20 ± 0,18	15,49 ± 0,24	2,79 ± 0,08	1,29 ± 0,20	19,57 ± 0,26	185,92

F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

%ESD: 100 - % de gordura - % de água.

Desvio-padrão calculado em função das replicatas.

As formulações em que a redução da gordura não foi acompanhada do aumento do teor de água (F4, F7 e F8) apresentaram elevado conteúdo protéico (aproximadamente 24% de ESD). Já os requeijões que continham maiores percentuais de gordura e foram combinados com níveis mais altos de água (F2, F5 e F6) apresentaram baixo teor de ESD (aproximadamente 14,71%).

Quanto ao valor calórico, o requeijão com menor teor de gordura combinado com o maior teor de água (F3) apresentou menor energia que as demais formulações, o que é muito interessante para indústria uma vez que este produto terá menor custo de produção (menor utilização de creme e de massa) e oferecerá menor conteúdo calórico. Além do apelo de marketing que poderá ser realizado devido a este requeijão apresentar uma redução de 65% do teor de gordura do produto tradicional.

4.2 Análise microbiológica dos requeijões *light* adicionados de CPS

Foi detectada ausência de unidades formadoras de colônias (UFC) para os micro-organismos avaliados (coliformes totais, coliformes termotolerantes e *stafilococcus* coagulase positiva), indicando que os produtos podiam ser avaliados sensorialmente com segurança.

4.3 Análise sensorial dos requeijões *light* adicionados de CPS

4.3.1 Caracterização sensorial de requeijão: ADQ

4.3.1.1 Recrutamento e pré-seleção dos julgadores

Foram distribuídos 50 questionários, sendo recrutados 35 voluntários para realizar os testes de pré-seleção. Destes, 23 acertaram pelo menos 75% dos testes triangulares. Como 6 participantes desistiram antes da reunião de

levantamento da terminologia descritiva, 17 julgadores participaram do levantamento dos termos descritivos, sendo 12 mulheres e 5 homens.

4.3.1.2 Levantamento da terminologia descritiva e definição dos materiais de referência

No levantamento dos termos descritivos sete termos foram selecionados pela equipe como sendo os que melhor caracterizavam as formulações de requeijão *light*. Os atributos levantados para avaliação dos produtos foram: cor característica, aroma característico, sabor característico, consistência, espalhabilidade, viscosidade e adesividade.

Os materiais de referência que ancoraram os extremos da escala não estruturada também foram definidos e estão representados na Tabela 10.

4.3.1.3 Seleção final dos julgadores

Após o treinamento, 13 julgadores foram submetidos a um teste de seleção, com o objetivo de avaliar o desempenho da equipe. Os julgadores foram selecionados de acordo com sua capacidade de discriminar as formulações e repetir os resultados.

Por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e repetição) por julgador e para cada atributo sensorial, verificou-se o poder de discriminação (Tabela 13) e de repetibilidade (Tabela 14) dos julgadores.

A partir da análise dos resultados, foram selecionados nove julgadores (J1, J3, J5, J6, J7, J8, J10, J12 e J13) para compor a equipe treinada.

4.3.1.4 Avaliação dos requeijões por meio da análise descritiva quantitativa (ADQ)

A avaliação dos resultados foi realizada por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e julgador) e interação amostra x julgador. Os sete atributos avaliados demonstraram haver efeito significativo ($p < 0,001$) da interação amostra*julgador (Tabela 15). A existência de interação indica que há pelo menos um julgador avaliando as amostras de forma diferente da equipe. Esta ocorrência é comum e difícil de ser evitada na análise sensorial (SILVA & DAMASIO, 1994). O teste para efeito de amostras foi realizado novamente, utilizando o quadrado médio da interação amostra x julgador como denominador (F versus interação), como proposto por STONE e SIDEL (1974).

As formulações de requeijão diferiram entre si ($p < 0,001$) pelo teste F em todos os atributos avaliados.

Tabela 13. Níveis de probabilidade de $F_{AMOSTRA}$ dos julgadores para os atributos sensoriais do requeijão light adicionado de CPS.

JULGADORES	ATRIBUTOS SENSORIAIS						
	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	Espalhabilidade	Viscosidade	Adesividade
J1	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
J2*	0,0352	0,0012	0,9598	<0,0001	0,2226	<0,0001	<0,0001
J3	0,2672	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
J4*	0,0712	0,3741	0,5181	0,4163	0,1735	0,1693	0,1694
J5	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
J6	0,0362	0,1229	0,1572	0,0006	0,0007	0,0002	<0,0001
J7	0,0084	0,0716	0,0002	0,0054	0,0016	0,0005	0,0005
J8	0,0498	0,0073	0,0088	0,0147	0,0018	0,0052	0,0008
J9*	0,5459	0,6338	0,6567	0,3315	0,3912	0,4250	0,3989
J10	0,2515	0,0004	0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
J11*	0,0356	0,5676	0,5900	0,0018	0,0004	0,3840	<0,0001
J12	0,0160	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
J13	0,0057	0,2676	<0,0001	0,0531	<0,0001	<0,0001	<0,0001

* Julgador dispensado por não discriminar as formulações de requeijão ($p.F_{AMOSTRA} > 0,50$).

Tabela 14. Níveis de probabilidade de $F_{\text{REPETIÇÃO}}$ dos julgadores para os atributos sensoriais do requeijão light adicionado de CPS.

JULGADORES	ATRIBUTOS SENSORIAIS						
	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	Espalhabilidade	Viscosidade	Adesividade
J1	0,2076	0,9944	0,1284	0,3999	0,6022	0,3822	0,4206
J2	0,5788	0,8132	0,9797	0,8746	0,9864	0,5505	0,9205
J3	0,1992	0,4276	0,2635	0,9718	0,7038	0,9106	0,9831
J4*	0,1091	0,0041	0,0005	0,2476	0,2645	0,2814	0,2679
J5	0,1045	0,3976	0,3944	0,2962	0,2599	0,4754	0,4936
J6	0,0934	0,6765	0,6306	0,1397	0,7401	0,2111	0,5387
J7	0,8077	0,1636	0,1004	0,6273	0,6624	0,7633	0,3833
J8	0,1122	0,2336	0,2630	0,4845	0,4243	0,6689	0,6276
J9	0,9814	0,6600	0,9609	0,9888	0,9997	0,9944	0,9998
J10	0,5468	0,9420	0,8127	0,8369	0,8994	0,7812	0,5469
J11	0,6451	0,2981	0,4036	0,9889	0,9968	0,6438	0,3944
J12	0,5000	0,2026	0,2876	0,5000	0,5293	0,4441	0,4642
J13	0,7527	0,3689	0,4905	0,4715	0,8358	0,3944	0,7520

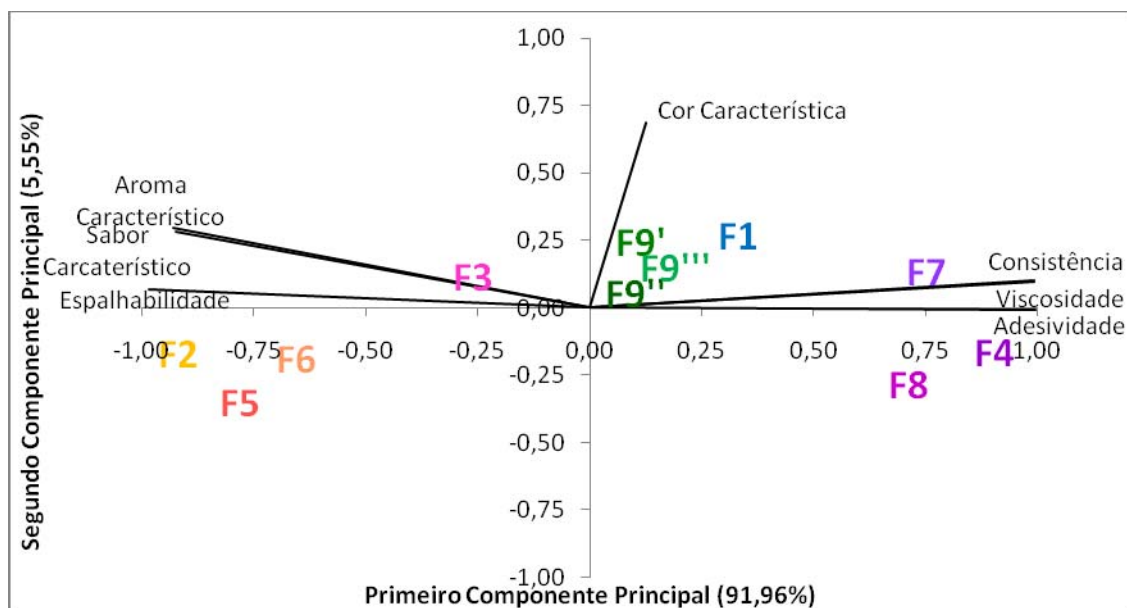
* Julgador dispensado por não apresentar repetibilidade de resultados ($p.F_{\text{REPETIÇÃO}} < 0,05$).

Tabela 15. Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de requeijão.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	Versus	Versus
				resíduo	interação
				p-valor	p-valor
COR CARACTERÍSTICA	A	8	30,1053	<0,0001	<0,0001
	J	8	9,0593		
	A*J	64	2,8401	0,0007	
	Resíduo	18	0,6711		
AROMA CARACTERÍSTICO	A	8	39,2283	<0,0001	<0,0001
	J	8	6,8304		
	A*J	64	4,7277	<0,0001	
	Resíduo	18	0,7148		
SABOR CARACTERÍSTICO	A	8	39,1385	<0,0001	<0,0001
	J	8	5,4813		
	A*J	64	4,6397	0,0228	
	Resíduo	18	1,9704		
CONSISTÊNCIA	A	8	62,8888	<0,0001	<0,0001
	J	8	3,2291		
	A*J	64	2,4152	<0,0001	
	Resíduo	18	0,2281		
ESPALHABILIDADE	A	8	74,2306	<0,0001	<0,0001
	J	8	5,9089		
	A*J	64	1,4351	<0,0001	
	Resíduo	18	0,0618		
VISCOSIDADE	A	8	67,5214	<0,0001	<0,0001
	J	8	2,4432		
	A*J	64	1,8397	<0,0001	
	Resíduo	18	0,1400		
ADESIVIDADE	A	8	76,6815	<0,0001	<0,0001
	J	8	3,2830		
	A*J	64	1,5140	<0,0001	
	Resíduo	18	0,2474		

A = Amostra; J = Julgador; A*J = Interação Amostra versus Julgador; * significativo ao nível de 10% de probabilidade; ^{ns} não significativo ao nível de 10% de probabilidade.

A Figura 9 é uma projeção dos resultados obtidos da análise de componentes principais (ACP) para as formulações de requeijão.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 9. Representação gráfica dos descritores sensoriais e dos requeijões em relação aos dois componentes principais.

O primeiro componente principal explicou 91,96% da variação dos dados, sendo suficiente para discriminar as formulações quanto aos seus atributos sensoriais, portanto somente uma dimensão foi considerada. A separação espacial das nove formulações sugere a formação de três grupos distintos: um primeiro grupo formado pelos requeijões F4, F7 e F8, um segundo grupo constituído pelas formulações F1, F3 e F9 e outro formado pelas formulações F2, F5 e F6.

Ainda na Figura 9, temos as correlações entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais. Neste gráfico, os atributos sensoriais estão representados por vetores. Cada abscissa e ordenada de um vetor é, respectivamente, a correlação linear entre um atributo sensorial e o primeiro e segundo componente principal, respectivamente. Todos os atributos, exceto o

atributo cor característica, estão correlacionados ($p < 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 16). O atributo cor característica está correlacionado somente com o segundo componente principal, apresentando pouca importância para a caracterização sensorial dos requeijões, uma vez que o segundo componente principal explica somente 5,55% da variação dos dados (Figura 9).

Tabela 16. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais.

ATRIBUTOS SENSORIAIS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Cor Característica	0,1245	0,3264	0,6868	0,0250
Consistência	0,9916	<0,0001	0,0995	0,7709
Espalhabilidade	-0,9853	<0,0001	0,0669	0,8450
Aroma Característico	-0,9299	<0,0001	0,2973	0,3746
Sabor Característico	-0,9245	<0,0001	0,28463	0,3963
Viscosidade	0,9927	<0,0001	0,0963	0,7782
Adesividade	0,9956	<0,0001	-0,0060	0,9861

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de probabilidade.

As formulações F4, F7 e F8 apresentaram maior intensidade dos atributos consistência, viscosidade e adesividade. Já as formulações F2, F5 e F6 foram caracterizadas pelos atributos aroma característico, sabor característico e espalhabilidade.

A influência do teor de gordura e de água nos atributos sensoriais foi modelada estatisticamente por meio das equações apresentadas na Tabela 17. Os modelos foram testados quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão e também apresentaram coeficiente de exatidão acima de 85%. Os efeitos de segundo grau e a interação não foram significativos ($p > 0,10$) pelo teste t.

Tabela 17. Modelagem estatística do efeito da gordura e da água nos atributos sensoriais do requeijão *light* adicionado de CPS.

Atributos sensoriais	Modelo	\bar{R}^2
Aroma característico	$Y = -37,5274 + 0,3760 \cdot G + 0,5433 \cdot A$	0,8537
Consistência	$Y = 65,0761 - 0,4254 \cdot G - 0,8070 \cdot A$	0,9399
Espalhabilidade	$Y = -56,0184 + 0,5199 \cdot G + 0,7898 \cdot A$	0,9068
Sabor característico	$Y = -38,6437 + 0,3606 \cdot G + 0,5650 \cdot A$	0,8547
Viscosidade	$Y = 67,5738 - 0,4437 \cdot G - 0,8423 \cdot A$	0,9496
Adesividade	$Y = 65,5538 - 0,5192 \cdot G - 0,8441 \cdot A$	0,9424

Y: variável resposta; G: teor de gordura; A: teor de água; \bar{R}^2 : coeficiente de exatidão.

Os teores de gordura e de água contribuíram positivamente para a intensidade dos atributos aroma característico, sabor característico e espalhabilidade e, negativamente, para os atributos consistência, viscosidade e adesividade.

A relação do teor de gordura com os atributos aroma e sabor característicos se deve à presença de pigmentos lipossolúveis, especialmente carotenóides, presentes na gordura do leite, os quais são responsáveis pelo aroma e sabor característico de produtos lácteos (FOX & MCSUEENEY, 1998).

Quanto ao teor de água, a relação com o atributo sabor característico se deve à maior superfície de contato do requeijão com maior teor de água (menos consistente), o que provoca melhor espalhabilidade do produto no palato e permite maior percepção dos atributos de sabor. Já para o atributo de aroma, tal resultado se deve à maior volatilização dos aromas em alimentos mais líquidos (DEIBLER e DELWICHE, 2004).

Este comportamento pode ser confirmado pela Figura 9, onde os requeijões com maior teor de gordura combinados com maior teor de água (F2, F5 e F6) apresentaram maior intensidade dos atributos aroma e sabor característicos.

Quanto aos atributos consistência, viscosidade e adesividade, os constituintes em estudo (gordura e água) apresentaram efeito negativo na

intensidade destes atributos. Isto se deve à relação do teor de gordura e de água com o conteúdo protéico (ESD) dos requeijões, onde formulações com níveis mais altos de gordura e água apresentaram dissolução do ESD ocasionando perda de consistência, viscosidade e adesividade (FOX et al., 2000). Este comportamento também foi observado na Figura 9, sendo que as formulações com maior teor de gordura e de água (F2, F5 e F6) apresentaram menor intensidade destes atributos.

Comportamento inverso foi verificado para as formulações com maior teor de extrato seco desengordurado (F4, F7 e F8), Figura 9, as quais foram caracterizadas por apresentar maior intensidade dos atributos consistência, viscosidade e adesividade que as demais formulações. O elevado teor de ESD provoca o enrijecimento da matriz protéica devido ao elevado número de interações proteína-proteína, ocasionando o aumento da intensidade destes atributos de textura (FOX et al., 2000).

Quanto à espalhabilidade, os teores de gordura e de água afetaram positivamente a intensidade deste atributo, devido a este possuir relação inversa com os atributos consistência e viscosidade, uma vez que um requeijão mais viscoso possui menor capacidade de se espalhar sobre um biscoito (GARRUTI, 2003). Assim, requeijões com menor teor de ESD (F2, F5 e F6) apresentam maior espalhabilidade. Para as formulações com maior percentual de ESD (F4, F7 e F8), ou seja, menor teor de gordura e de água, foi verificado comportamento oposto.

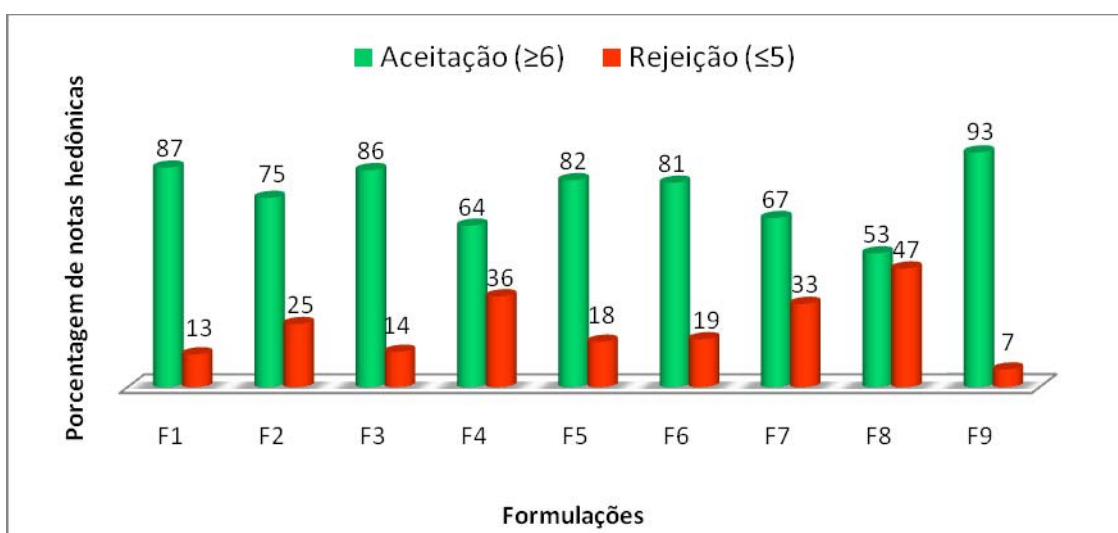
As formulações com teor intermediário de ESD (F1, F3 e F9) apresentaram intensidades intermediárias dos atributos de textura (consistência, viscosidade, adesividade e espalhabilidade), indicando que as combinações de gordura e água destes requeijões permitiram que ocorresse um equilíbrio no ESD e, conseqüentemente, na textura do requeijão.

4.3.2 Aceitabilidade sensorial dos requeijões *light* adicionados de CPS

4.3.2.1 Aceitabilidade sensorial do atributo sabor dos requeijões

A Análise de Componentes Principais apresentou baixa explicação (< 70%) da variação dos dados de aceitação para o atributo sabor, não sendo eficiente para analisar a variação dos dados. Portanto, procedeu-se a Análise de Variância.

Houve diferença significativa ($p < 0,10$) entre as formulações de requeijão para o atributo sabor, pelo teste F. Porém, todas as formulações obtiveram maior percentual de notas de aprovação do que de rejeição, conforme apresentado na Figura 10.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 10. Porcentagem de aprovação e rejeição em relação ao sabor dos requeijões.

Este resultado sugere que o CPS contribuiu para a aceitação dos requeijões em relação ao sabor, uma vez que produtos com baixo teor de gordura tiveram aceitabilidade sensorial para este atributo. De acordo com Prindiville et al. (2000), as proteínas do soro podem imitar a gordura em termos de retenção de aroma, o que acarreta em melhoria de sabor dos alimentos.

Também observou-se que os requeijões mais consistentes obtiveram menor percentual de notas boas (≥6), o que pode ser devido a menor superfície

de contato do produto no palato, dificultando a percepção e avaliação do sabor por parte dos consumidores (DEIBLER e DELWICHE, 2004).

4.3.2.2 Aceitabilidade sensorial da textura dos requeijões

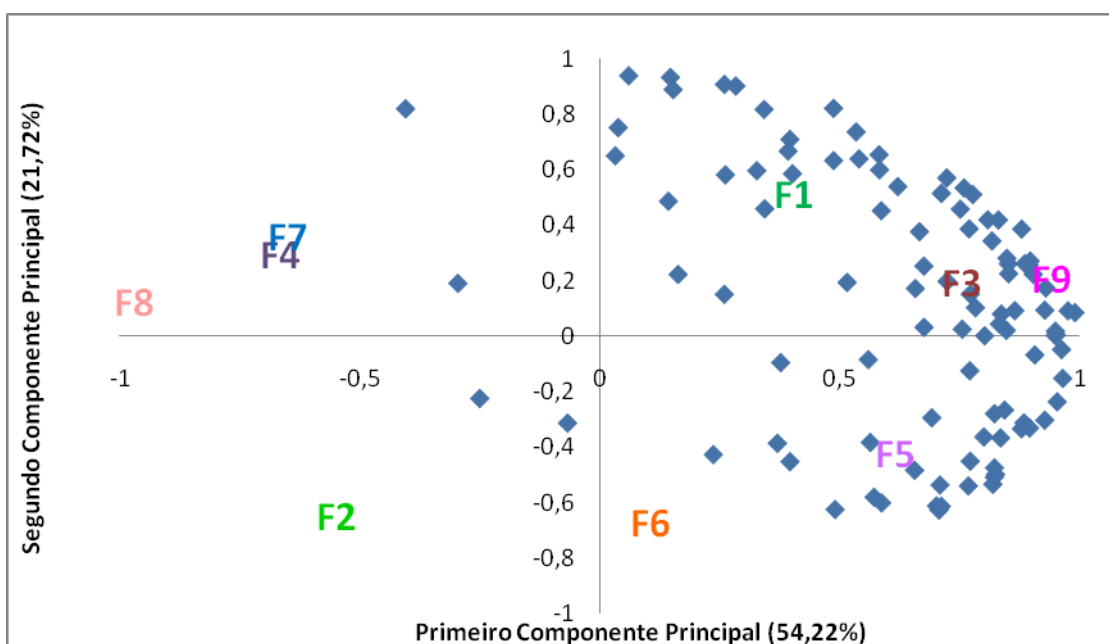
No Mapa de Preferência Interno (Figura 11), o primeiro componente principal explicou 54,22% e o segundo 21,72%, totalizando, portanto, 75,94% da variância entre as nove formulações de requeijão quanto à aceitação em relação à textura.

A separação espacial dos requeijões sugere a formação de quatro grupos distintos de acordo com a aceitação sensorial, sendo um grupo formado pelos requeijões F1, F3 e F9 (primeiro quadrante), outro formado pelas formulações F4, F7 e F8 (segundo quadrante), um terceiro grupo formado pelo requeijão F2 (terceiro quadrante) e um último grupo constituído pelas formulações F5 e F6.

Na Figura 11, os consumidores estão representados por pontos onde cada abscissa e ordenada de um ponto é, respectivamente, a correlação linear entre o consumidor e os componentes principais. A correlação dos consumidores com pelo menos um dos componentes indica diferença na aceitação das formulações. Desta forma, os consumidores localizados na região central do gráfico não estão correlacionados com nenhum dos dois componentes e, portanto, não discriminam os requeijões quanto à aceitação. Como pode-se observar na Figura 11, poucos foram os consumidores que se localizaram na região central, o que indica que estes diferiram bem as formulações de requeijão em relação à aceitação da textura.

Neste tipo de representação gráfica os consumidores se localizam próximos aos produtos que eles gostaram. Desta forma, as formulações F1, F3 e F9 apresentaram maior aceitação quanto à textura, pois a maior parte dos consumidores se localizou próximo a estas formulações. Os requeijões F5 e F6 também foram aceitos, porém por um grupo menor de consumidores; já os requeijões F2, F4, F7 e F8 (situadas no segundo e terceiro quadrante) não foram aceitos pelos consumidores em relação à textura.

A não aceitação sensorial dos requeijões F4, F7 e F8 pode ser explicada devido ao elevado teor ESD (aproximadamente 24%) destes produtos, os quais apresentaram uma matriz protéica muito rígida, desfavorecendo a textura dos requeijões. Já para o requeijão F2 o inverso foi verificado, onde a elevação do teor de água a 70% combinado com 17,3% de gordura resultou em alta dissolução do ESD, conferindo uma textura muito mole ao requeijão, o que também prejudicou a aceitação do produto.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 11. Representação gráfica das formulações de requeijão e dos consumidores em relação aos dois componentes principais quanto à textura.

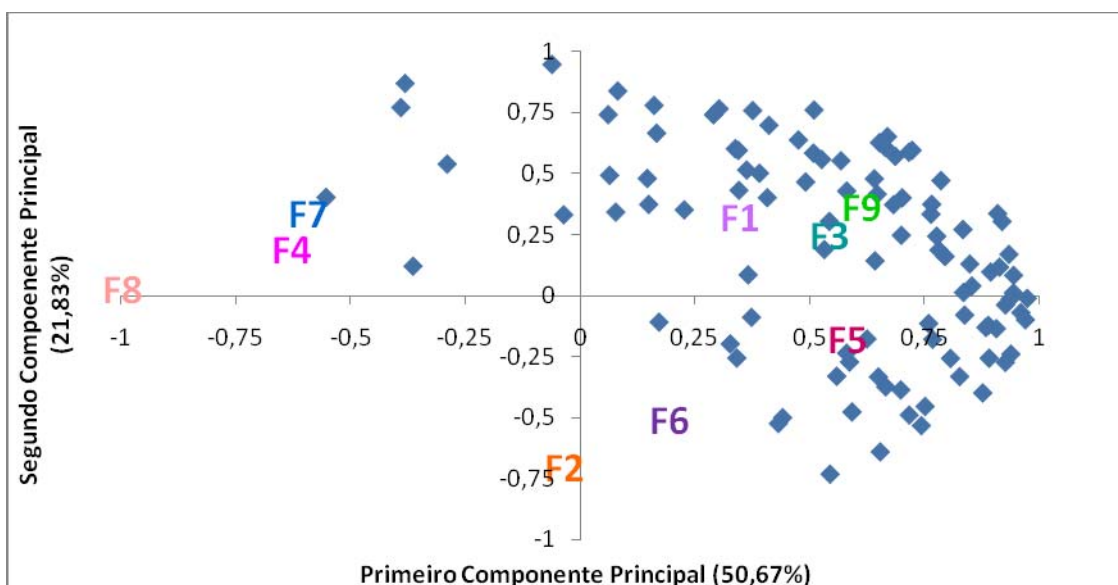
Verificou-se que os requeijões F1, F3 e F9, formulações com diferentes níveis de gordura, obtiveram aceitação sensorial semelhante quando combinados com diferentes teores de água, ou seja, o requeijão com 17,3% de gordura e 65% de água (F1) apresentou aceitabilidade sensorial equivalente ao produto com 10,2% de gordura e 70% de água (F3) e, também, equivalente ao requeijão com 13,7% de gordura e 67,5% de água (F9). É importante ressaltar que estas formulações apresentaram teor de ESD muito próximos

(aproximadamente 19%) o que evidencia que a redução de gordura em requeijão deve ser aliada ao aumento no teor de água para que ocorra equilíbrio na textura do produto.

Resultado semelhante foi encontrado por Cunha (2007), onde os requeijões com nível intermediário de ESD obtiveram maior aceitação sensorial que os requeijões com níveis de ESD extremos (requeijões pouco e muito consistentes).

4.3.2.3 Aceitabilidade sensorial da impressão global dos requeijões

No Mapa de Preferência Interno (Figura 12), o primeiro componente principal explicou 50,67% e o segundo 21,83%, totalizando, portanto, 72,5% da variância entre as nove formulações de requeijão quanto à aceitação em relação à impressão global.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 12. Representação gráfica das formulações de requeijão e dos consumidores em relação aos dois componentes principais quanto à impressão global.

Como se pode observar a separação espacial das formulações para a impressão global teve o mesmo comportamento quando comparado ao atributo textura, ou seja, os grupos sugeridos pela análise dos dados da impressão global são idênticos aos grupos sugeridos pela ACP dos dados de aceitação da textura e os consumidores se encontram localizados, na sua maioria, nos mesmos quadrantes.

Este resultado sugere que a aceitabilidade sensorial dos requeijões foi definida principalmente pela textura dos produtos. Segundo Rapacci (1997) e Silva et al. (2003) a textura é uma propriedade que tem papel fundamental na aceitação do requeijão cremoso e, em muitos casos, é tão importante para o consumidor quanto um atributo de sabor e aroma. Tal resultado evidencia a importância do estudo da textura em requeijões *light*.

4.3.3 Correlação dos atributos sensoriais com a aceitabilidade dos requeijões *light* adicionados de CPS

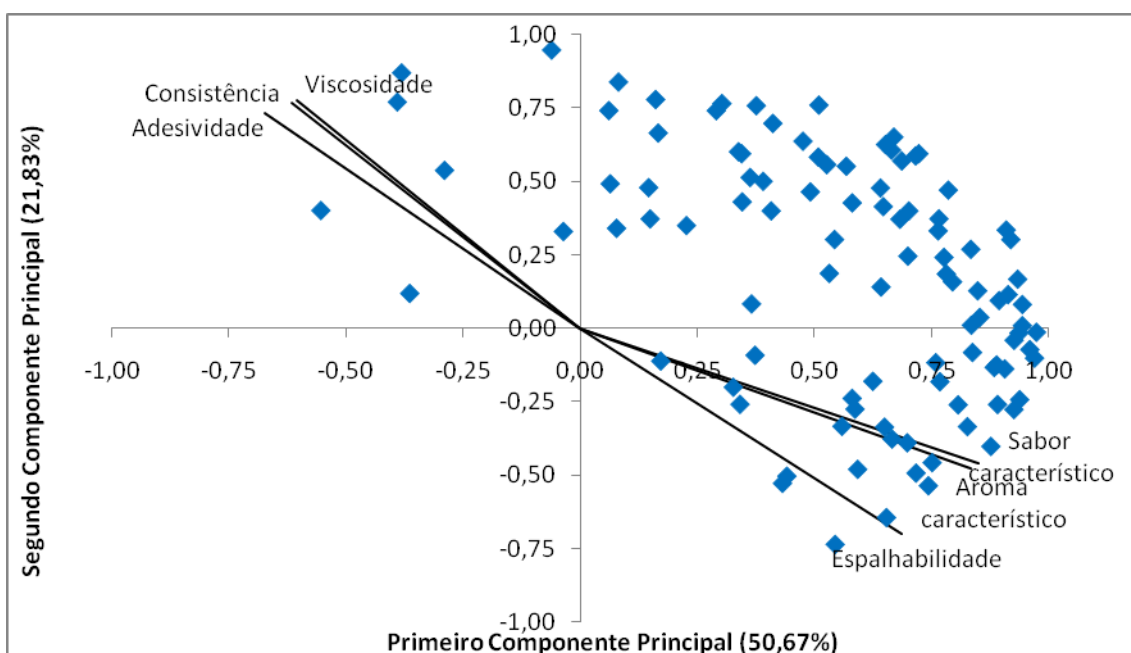
Uma vez identificada diferença na aceitabilidade sensorial entre os requeijões, é interessante identificar as características responsáveis por esta diferenciação. Assim, as análises de correlações (*Pearson*) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais obtidos da ACP dos dados de aceitação (impressão global) estão ilustradas na Figura 13, onde as características sensoriais estão representadas por vetores e os consumidores por pontos. Cada abscissa e ordenada de um vetor é, respectivamente, a correlação linear entre um atributo e os componentes principais.

Juntos, os dois componentes principais explicam 72,5% da variação dos dados, sendo suficiente para analisar a correlação dos atributos sensoriais e dos consumidores com os componentes principais.

Todos os atributos correlacionaram ($p < 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 18).

Os atributos consistência, viscosidade e adesividade apresentaram correlação negativa com o primeiro componente principal (Tabela 18) e, portanto, maior intensidade destes atributos afeta negativamente a aceitabilidade sensorial, uma vez que os consumidores estão correlacionados positivamente com o primeiro componente.

Como os atributos aroma característico, sabor característico e espalhabilidade correlacionaram positivamente com o primeiro componente principal (Tabela 18) e a maioria dos consumidores também apresenta correlação positiva com este componente, o incremento da intensidade destes atributos proporcionará maior aceitabilidade sensorial dos requeijões.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 13. Correlações (Pearson) dos atributos sensoriais e dos consumidores com os componentes principais.

Tabela 18. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais obtidos pela ACP dos dados de aceitação (impressão global).

ATRIBUTOS SENSORIAIS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Aroma característico	0,8337	0,0052	-0,4761	0,1951
Consistência	-0,6157	0,0775	0,7671	0,0159
Espalhabilidade	0,6847	0,0419	-0,6990	0,0361
Sabor característico	0,8498	0,0037	-0,4592	0,2131
Viscosidade	-0,6050	0,0842	0,7744	0,0143
Adesividade	-0,6726	0,0471	0,7310	0,0253

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de probabilidade.

Porém, analisando conjuntamente as Figuras 9 e 12 (ACP da análise descritiva quantitativa e da aceitabilidade sensorial) observou-se que o requeijão F2 apresentou elevada intensidade do atributo espalhabilidade e não foi aceito pelos consumidores, sugerindo que embora exista uma relação direta entre o atributo espalhabilidade e a aceitação, esta não é indefinida, ou seja, o incremento deste atributo contribuiu para a aceitação do produto, mas somente para uma determinada faixa de valores esta relação foi verdadeira.

Esta faixa de intensidade dos atributos sensoriais também foi sugerida pela correlação dos atributos sensoriais (vetores) com os componentes principais, pois estes não correlacionaram somente com o primeiro componente principal (responsável pela maioria dos consumidores), mas também apresentam correlação com o segundo componente principal (responsável por poucos consumidores), indicando que o aumento demasiado na intensidade destes atributos prejudicará a aceitabilidade sensorial do requeijão.

Como os atributos de aroma e sabor característicos não apresentaram correlação com o segundo componente principal e todas as formulações foram aceitas pelos consumidores em relação ao sabor (Figura 10), não foram

definidas faixas de intensidade para estes atributos. A existência de correlação somente com o primeiro principal indicou relação direta entre a intensidade do atributo e a aceitabilidade sensorial do requeijão, ou seja, não sugeriu a existência de um intervalo de intensidade do atributo que contribuiu para a aceitação sensorial dos produtos.

Assim, foram obtidas as intensidades de cada atributo sensorial para cada formulação por meio dos modelos estatísticos ajustados (Tabela 17), para que estas intensidades fossem comparadas com a aceitação sensorial das formulações. As intensidades dos atributos para cada formulação estão apresentadas na Tabela 19.

Por meio das faixas obtidas para os atributos sensoriais, verificou-se que realmente os consumidores esperam que o requeijão apresente elevada intensidade do atributo espalhabilidade, mas esta não deve ser exceder o escore 4,6 na intensidade. A intensidade considerada baixa também pôde ser identificada.

Os atributos consistência, viscosidade e adesividade foram desejáveis em menor intensidade no requeijão, porém a intensidade destes atributos não deve ser menor que um determinado valor (Tabela 19). Também foi possível verificar a partir de qual valor (escore) a intensidade desses atributos é considerada elevada e, conseqüentemente, indesejável pelos consumidores.

De posse destas informações, é possível identificar diversas combinações entre gordura e água, dentro dos níveis estudados, que atendam às faixas de aceitação para todos os atributos sensoriais, possibilitando a obtenção de uma gama de produtos com diferentes níveis de redução de gordura que apresentem a qualidade sensorial esperada pelos consumidores. Tal informação é de grande valia para as indústrias, pois será possível oferecer uma diversidade de produtos que além de atenderem às expectativas dos consumidores ainda apresentem baixo custo de produção (menor quantidade de matéria prima utilizada).

Tabela 19. Intensidade dos atributos sensoriais para cada formulação de requeijão.

FORMULAÇÕES	ATRIBUTOS SENSORIAIS (escore)			
	ESPALHABILIDADE	CONSISTÊNCIA	VISCOSIDADE	ADESIVIDADE
F1*	4,3	5,3	5,1	4,7
F2	8,3	1,2	0,9	0,5
F3*	4,6	4,2	4,1	4,2
F4	0,6	8,3	8,3	8,4
F5	7,2	1,9	1,7	1,5
F6	7,0	2,6	2,4	1,9
F7	1,6	7,6	7,6	7,4
F8	1,8	6,9	6,7	7,1
F9*	4,4	4,8	4,6	4,5
FAIXAS	4,3 - 4,6	4,2 - 5,3	4,1 - 5,1	4,2 - 4,7

Valores estimados.

* Formulações aceitas por maior parte dos consumidores quanto à impressão global e à textura.

4.4 Caracterização reológica

Na caracterização da textura instrumental dos requeijões *light* adicionados de CPS verificou-se que houve diferença significativa ($p < 0,10$), pelo teste F, para todas as propriedades reológicas, tais como: tensão inicial, viscosidade aparente, componente elástico, componente viscoso e $\tan \delta$, nas temperaturas de 10 °C e 25 °C; o que evidencia a importância do estudo da influência dos constituintes gordura e água na textura de requeijão *light*.

4.4.1 Caracterização reológica a 10 °C

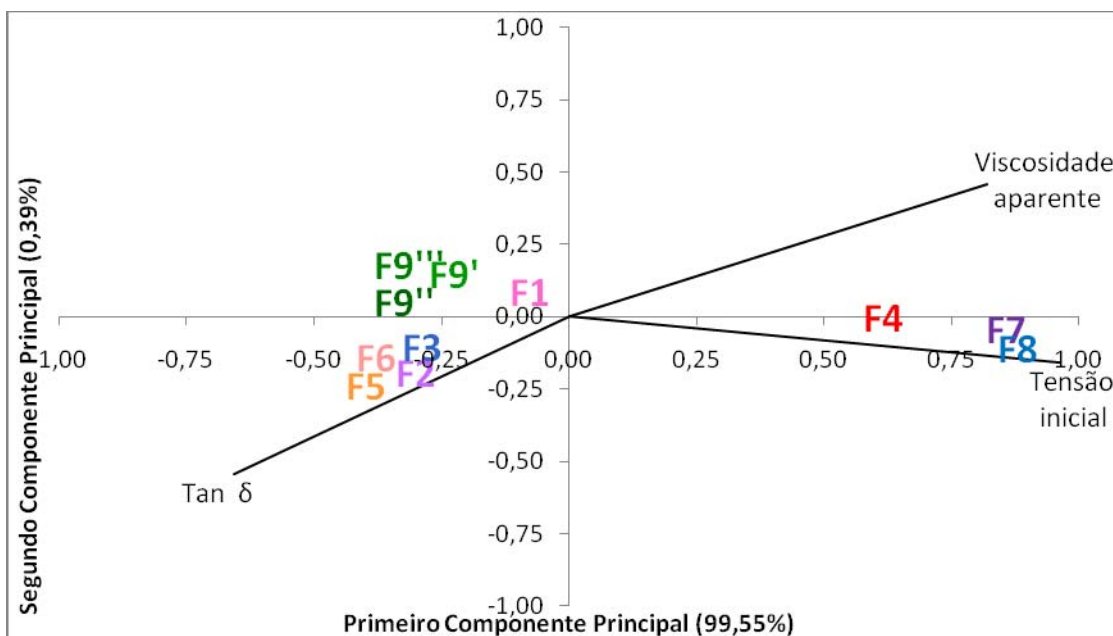
As medidas reológicas também foram analisadas pela Análise de Componentes Principais (ACP). A Figura 14 ilustra a correlação das propriedades reológicas e o arranjo espacial das formulações em relação aos dois componentes principais para a temperatura de 10 °C. As características reológicas estão representadas por vetores. Cada abscissa e ordenada de um vetor é, respectivamente, a correlação linear entre uma característica e os componentes principais.

O primeiro componente principal explicou 99,55% da variação total dos dados, sendo suficiente para discriminar as formulações de requeijão. Assim, identifica-se a formação de dois grupos: um formado pelas formulações F4, F7 e F8 e outro formado pelas demais formulações.

As formulações F4, F7 e F8 foram caracterizadas pelas propriedades reológicas tensão inicial (τ_0) e viscosidade aparente (η_{ap}), os quais estão correlacionados positivamente com o primeiro componente principal (Tabela 17). A $\tan \delta$ correlacionou-se negativamente com o primeiro componente principal (Tabela 20) e foi responsável pela caracterização das demais formulações.

A influência do teor de gordura e de água nas propriedades reológicas do requeijão foi modelada estatisticamente por meio das equações apresentadas na Tabela 21. Os modelos foram testados quanto à falta de

ajuste e significância dos parâmetros da regressão e também apresentaram coeficiente de exatidão superior a 70%. Os efeitos de segundo grau e a interação não foram significativos, pelo teste t, ao nível de 10% de probabilidade.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 14. Representação gráfica das propriedades reológicas e das formulações de requeijão em relação aos dois componentes principais.

Tabela 20. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as propriedades reológicas e os dois primeiros componentes principais.

ATRIBUTOS REOLÓGICOS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Tensão inicial (τ_0)	0,9636	<0,0001	-0,1595	0,6395
Viscosidade aparente (η_{ap})	0,8197	0,0020	0,4570	0,1576
Tan δ	-0,6559	0,0284	0,0078	0,9819

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de probabilidade.

Os teores de gordura e de água contribuíram negativamente para as medidas de tensão inicial e viscosidade aparente e, positivamente para a $\tan \delta$.

Tabela 21. Modelagem estatística do efeito da gordura e da água nas características reológicas tensão inicial, viscosidade aparente e $\tan \delta$ do requeijão *light* adicionado de CPS.

Característica reológica	Modelo de regressão	\bar{R}^2
Tensão inicial	$\tau_0 = 9603,0846 - 116,1454 * G - 112,4560 * A$	0,7120
Viscosidade aparente	$\eta_{ap} = 1347,6447 - 10,6671 * G - 16,5767 * A$	0,9025
Tan δ (G''/G')	$\tan \delta = - 16,9226 + 0,1590 * G + 0,2351 * A$	0,7397

G: teor de gordura; A: teor de água; R^2 : coeficiente de exatidão.

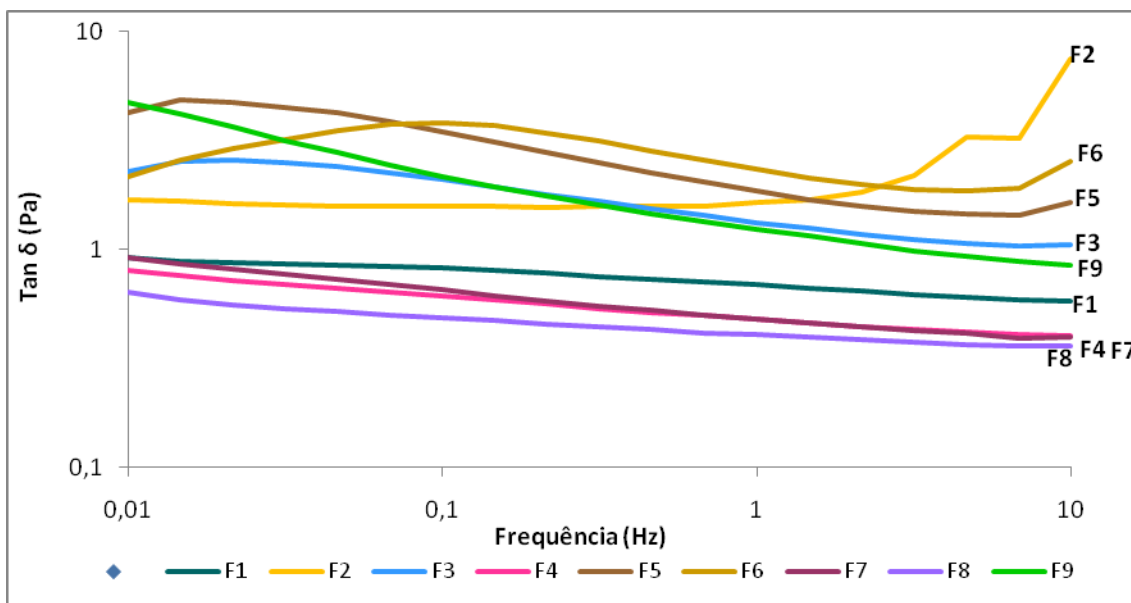
A relação dos teores de gordura e água com as propriedades de textura tensão inicial e viscosidade aparente, se deve ao elevado percentual de extrato seco desengordurado (ESD), pois quanto menor o teor destes constituintes maior é o teor de ESD e, conseqüentemente, mais rígida é a estrutura caseínica do requeijão, devido à predominância das interações proteína-proteína, as quais aumentam a resistência ao escoamento e diminuem a fluência do requeijão (OLSON e PRICE, 1961; CUNHA, 2007; BOSI, 2008).

Esta relação pode ser confirmada pela Figura 14, onde os requeijões que contém maior teor de ESD (F4, F7 e F8) foram caracterizados por apresentarem maior intensidade das propriedades reológicas de tensão inicial (τ_0) e viscosidade aparente (η_{ap}) que as demais formulações.

Os teores de gordura e de água apresentaram contribuição positiva sobre a medida da $\tan \delta$, assim requeijões com maior teor destes constituintes se comportam mais como líquido do que como sólido ($\tan \delta > 1$). Esta relação se deve ao baixo teor de ESD conferido pelo alto teor dos fatores (gordura e água em estudo, existindo menor número de forças inter e intra-moleculares associadas à caseína (FOX et al., 2000; DIMITRELI et al., 2004). Esta relação

também foi verificada na Figura 14, onde os requeijões que contém menor teor de ESD foram caracterizados por apresentar maior intensidade da $\tan \delta$.

A Figura 15 ilustra graficamente o comportamento viscoelástico predominante das formulações, ou seja, indica o valor da tangente δ (G''/G') para a faixa de frequência estudada.

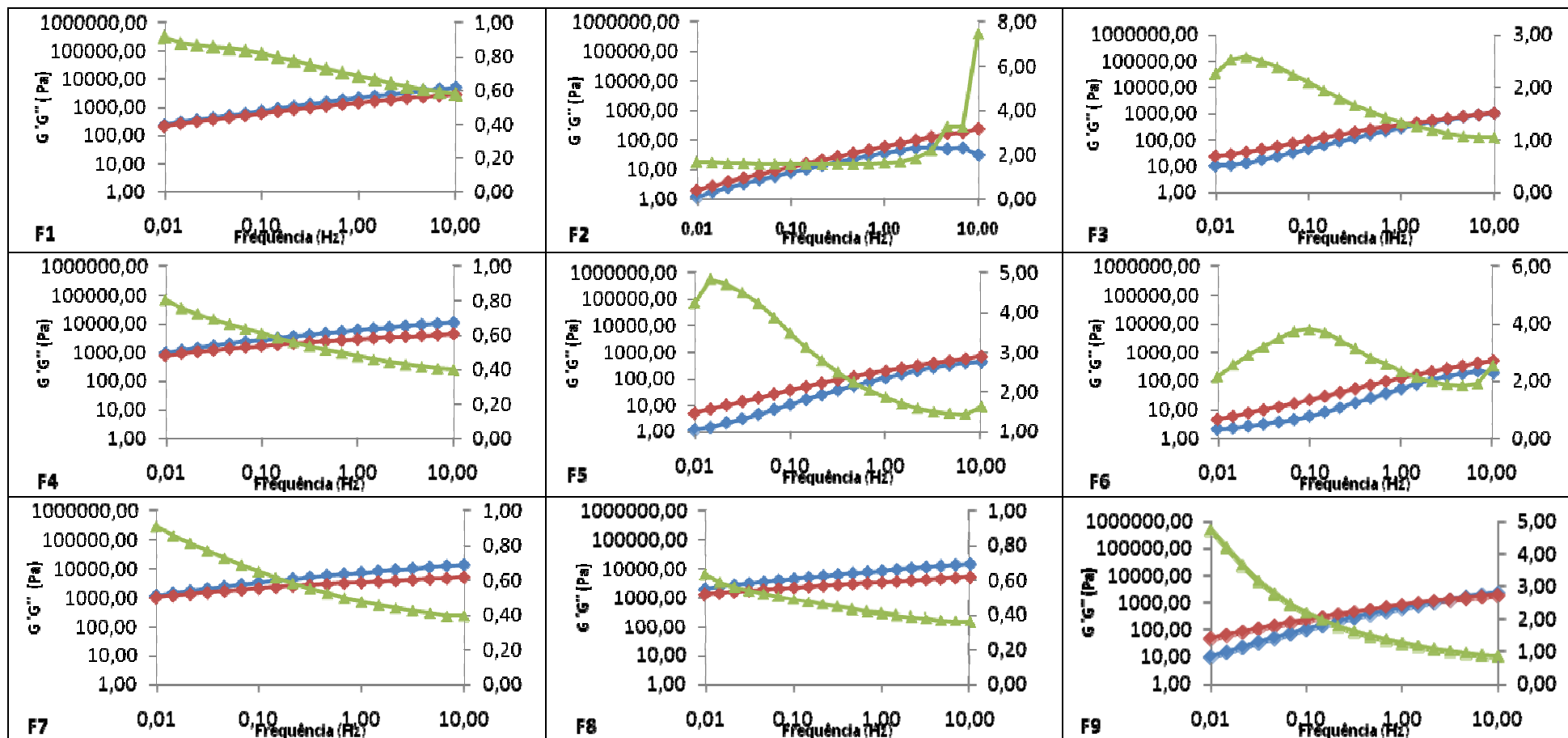


F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 15. Varredura de frequência para a $\tan \delta$ dos requeijões a 10°C.

As formulações com maior teor de água, para um mesmo nível de gordura, apresentaram maior valor da $\tan \delta$, a frequências elevadas. O teor de gordura também demonstrou incrementar a intensidade desta propriedade reológica, pois para um mesmo nível de água, o valor da $\tan \delta$ aumentou em função do teor de gordura, conforme observado para as formulações F8, F9 e F6 (8,7% e 18,7% de gordura, respectivamente). O mesmo comportamento foi verificado para os requeijões F3 e F2 (70% de água) e para as formulações F4 e F1 (65% de água). Assim, os requeijões que contém maior teor de gordura combinados com níveis mais altos de água apresentaram maior valores da $\tan \delta$, ou seja, apresentaram características de maior fluidez.

A Figura 16 ilustra os componentes viscoelásticos (G' e G'') e $\tan \delta$ de cada formulação separadamente. As formulações F2, F5 e F6 possuem comportamento viscoelástico de soluções diluídas, uma vez que o componente viscoso foi predominante em toda a faixa de frequência estudada. O requeijão F2 possui maior característica de solução diluída, pois atingiu valores de $\tan \delta$ próximo de 8,0 à frequência de 10 Hz. Já para os requeijões F1, F3 e F6 foi verificado comportamento de solução concentrada, pois apresentaram cruzamento das curvas com o aumento da frequência, ou seja, o componente elástico predominou o viscoso a frequências mais elevadas. A formulação F1 apresentou mudança de comportamento à frequência menor que os requeijões F3 e F9. Para as formulações F4, F7 e F8 foi observado predominância do componente elástico para toda faixa de frequência estudada, caracterizando-os como soluções mais concentradas que os demais requeijões.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U; $\color{blue}\blacklozenge$ G' , $\color{red}\blacklozenge$ G'' , $\color{green}\blacktriangle$ $\tan \delta$.

Figura 16. Varredura de frequência na avaliação dos componentes de viscoelasticidade dos requeijões a 10°C.

4.4.2 Caracterização reológica a 25 °C

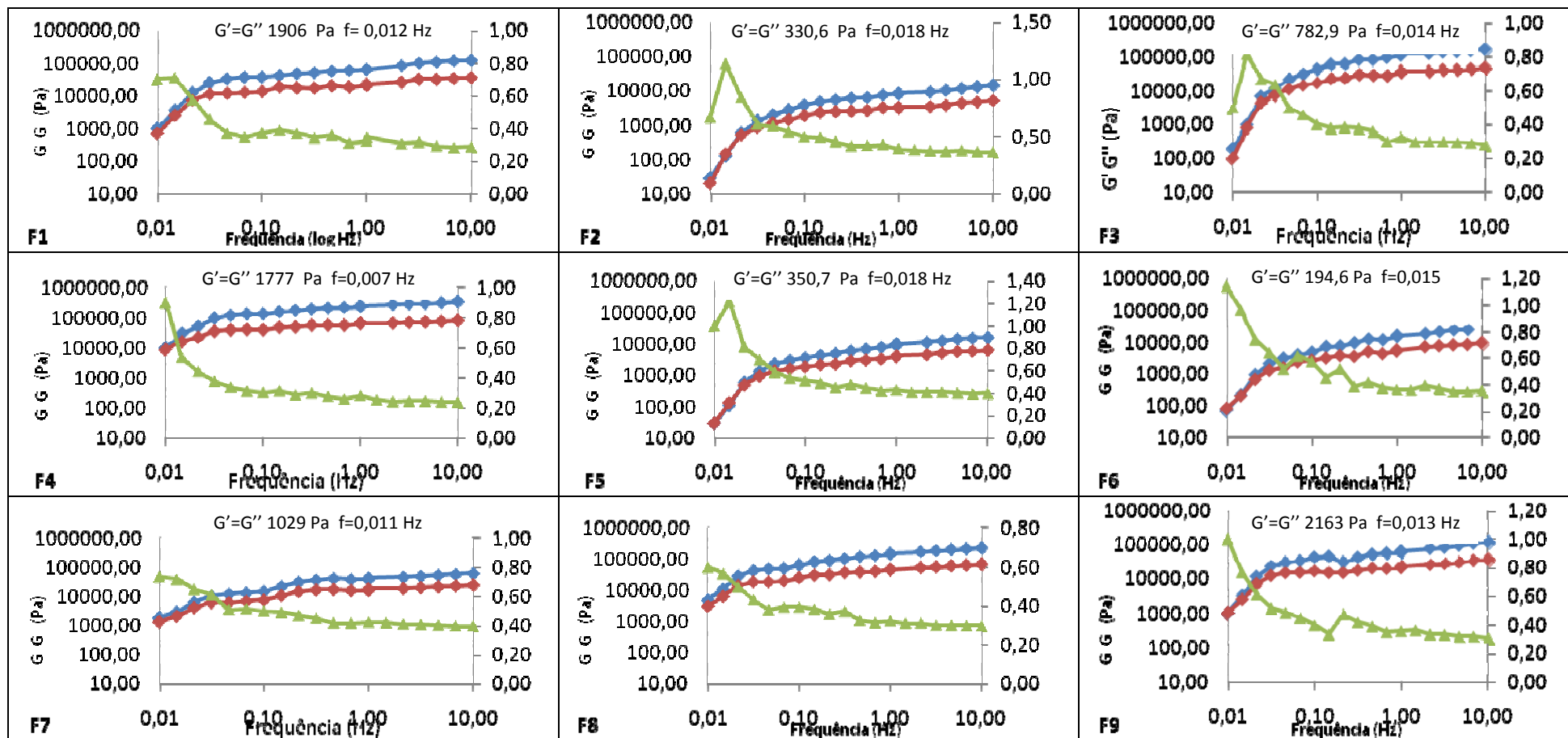
Observando as medidas obtidas para as propriedades reológicas nas duas temperaturas (10 °C e 25 °C), Tabela 22, verifica-se que os valores de tensão inicial (τ_0) e de viscosidade aparente (η_{10}) diminuíram com o aumento da temperatura, o qual é um comportamento normalmente encontrado para queijos (ROSENBERG et al., 1995), uma vez que o aumento da temperatura promove o enfraquecimento das interações proteína-proteína e liquefaz parcialmente a gordura (HENNELLY, 2006).

Tabela 22. Medidas das propriedades reológicas determinadas à temperatura de 10°C e a 25°C.

FORMULAÇÕES	TEMPERATURAS			
	10°C		25°C	
	τ_0 (Pa)	η_{ap} (Pa.s)	τ_0 (Pa)	η_{ap} (Pa.s)
F1	318,50	96,83	158,10	33,89
F2	10,22	5,41	6,20	4,47
F3	171,01	60,68	115,40	23,15
F4	1112,00	137,76	740,60	46,58
F5	14,07	19,85	11,50	9,07
F6	14,61	8,83	7,80	6,83
F7	935,30	137,05	614,90	32,87
F8	1669,00	154,47	878,70	46,58
F9	188,93±0,88	105,07±7,42	135,67±12,22	34,09±1,93

F1: 17,3%G e 65% U; F2: 17,3%G e 70%U; F3: 10,2%G e 70%U; F4: 10,2%G e 65%U; F5: 13,7%G e 71%U; F6: 18,7%G e 67,5%U; F7: 13,7%G e 64%U; F8: 8,7%G e 67,5%U; F9 (ponto central): 13,7%G e 67,5%U.

Observa-se na Figura 17 que todas as formulações se comportaram mais como sólido do que como líquido à temperatura de 25 °C.



F1: 17,3%G e 65%U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U; —◆— G', —●— G'', —▲— Tan δ .

Figura 17. Varredura de frequência na avaliação dos componentes de viscoelasticidade dos requeijões a 25 °C.

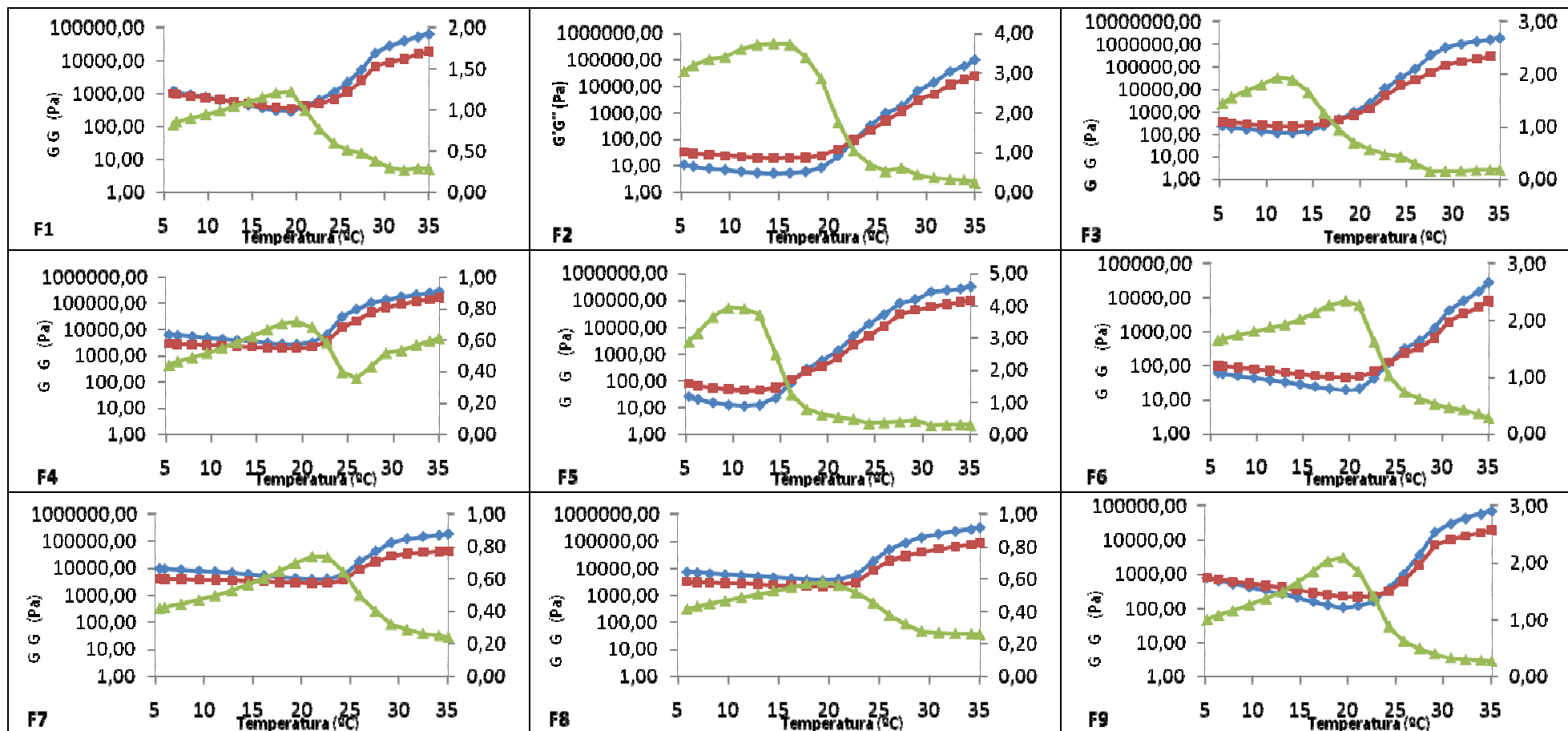
Todos os requeijões apresentaram comportamento viscoelástico de solução concentrada nesta temperatura (25°C), pois ocorreu o cruzamento dos componentes (G' e G'') à frequência muito baixa, apresentando predominância do componente elástico.

Observando as Figuras 16 e 17, verifica-se que as medidas de viscoelasticidade (G' e G'') apresentaram aumento com a temperatura e o valor da $\tan \delta$ foi menor que 1 para todas as formulações, sugerindo que a matriz protéica se fortaleceu.

Na tentativa de esclarecer melhor este comportamento com a temperatura, realizou-se uma varredura de temperatura (de 5 °C a 35 °C), a frequência de 1 Hz, para verificar mais detalhadamente o comportamento viscoelástico dos requeijões.

A Figura 18 ilustra as curvas da varredura de temperatura. As curvas originadas pela varredura de temperatura mostraram que os componentes G' e G'' apresentaram comportamento viscoelástico geralmente encontrado para queijos até a temperatura de aproximadamente 22°C, porém acima desta temperatura ocorreu uma mudança brusca no comportamento dos requeijões, onde os valores dos componentes (G' e G'') aumentaram com o aumento da temperatura.

Resultado semelhante foi encontrado por Hennelly et al. (2006), na avaliação viscoelástica de queijo tipo imitação adicionado de inulina, onde o queijo com menor teor de inulina e o controle apresentaram comportamento típico de queijo (G' e G'' diminuíram com o aumento da temperatura), já para as formulações com maiores concentrações de inulina, os módulos de viscoelasticidade apresentaram brusco aumento à temperaturas mais elevadas, o que foi ocasionado por uma geleificação da matriz do queijo, devido a uma ligação fraca estabelecida pela inulina e a água, levando ao desenvolvimento de uma estrutura gelificada.



F1: 17,3%G e 65% U; F2: 17,3%G e 70%U; F3: 10,2%G e 70%U; F4: 10,2%G e 65%U; F5: 13,7%G e 71%U; F6: 18,7%G e 67,5%U; F7: 13,7%G e 64%U; F8: 8,7%G e 67,5%U; F9 (ponto central): 13,7%G e 67,5%U; —◆— G' , —■— G'' , —▲— $\tan \delta$.

Figura 18. Varredura de temperatura na avaliação dos componentes de viscoelasticidade do requieijão *light* adicionado de CPS.

Segundo Cunha (2007) ingredientes como amido, goma guar, celulose micro-cristalina (CMC) e concentrado protéico de soro (CPS) formam géis durante a elevação da temperatura, imobilizando grande quantidade de água e como consequência, diminuem a mobilidade das moléculas. O mesmo autor verificou que o CPS formou agregados com a caseína a temperatura de, aproximadamente, 25°C, fortalecendo a matriz protéica por meio de ligações proteína-proteína.

Desta forma, o resultado encontrado neste trabalho pode ser explicado devido à ação do CPS com o conteúdo de água, que com o aumento da temperatura ocasionou geleificação da matriz caseínica, fortalecendo as interações proteína-água.

4.4.3 Análise do perfil de textura (TPA) dos requeijões *light* adicionados de CPS

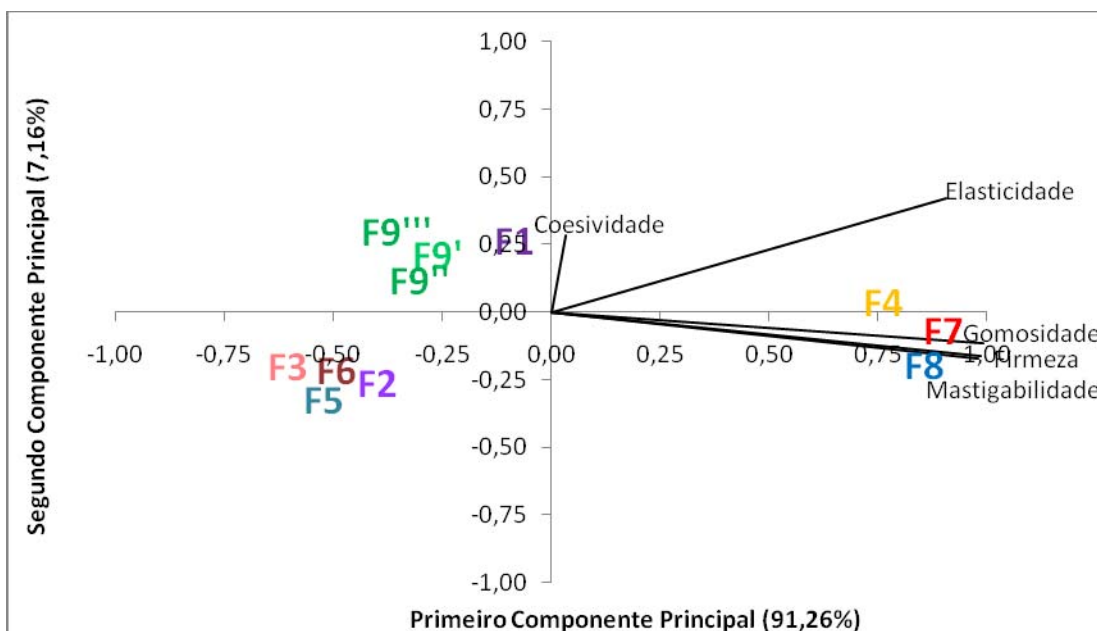
As propriedades de textura firmeza, gomosidade, mastigabilidade, coesividade e elasticidade apresentaram diferença significativa ($p < 0,10$) para as formulações de requeijão pelo teste F.

Os valores médios dos atributos de textura também foram analisados pela Análise de Componentes Principais (ACP). A Figura 19 ilustra a correlação das propriedades de textura e o arranjo espacial das formulações em relação aos dois componentes principais. As propriedades de textura estão representados por vetores. Cada abscissa e ordenada de um vetor é, respectivamente, a correlação linear entre uma característica e os componentes principais.

O primeiro componente principal explicou 91,3% da variação dos dados, sendo suficiente para discriminar as formulações. Assim, dois grupos foram formados: um constituído pelas formulações F4, F7, F8 e outro pelos demais requeijões.

As formulações F4, F7 e F8 foram caracterizadas por apresentar maior intensidade das propriedades firmeza, gomosidade, mastigabilidade e

elasticidade, as quais estão correlacionados positivamente com o primeiro componente principal (Tabela 23). A coesividade não apresentou correlação com nenhum componente principal e, portanto, não contribuiu para a discriminação da textura dos requeijões.



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

Figura 19. Representação gráfica das propriedades de textura (TPA) e das formulações de requeijão em relação aos dois componentes principais.

Tabela 23. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as propriedades de textura (TPA) e os dois primeiros componentes principais.

PROPRIEDADES DE TEXTURA	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Firmeza	0,9802	0,0001	-0,1714	0,6144
Gomosidade	0,9915	0,0001	-0,1136	0,7355
Mastigabilidade	0,9864	0,0001	-0,1638	0,6303
Elasticidade	0,9062	0,0001	0,4220	0,1961
Coesividade	0,0323	0,9248	0,2822	0,4005

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de probabilidade.

A influência do teor de gordura e água nas propriedades de textura dos requeijões foi modelada estatisticamente pelas equações representadas na Tabela 24. Os modelos foram testados quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão e também apresentaram coeficiente de exatidão superior a 70%. Os efeitos de segundo grau e a interação não foram significativos ($p > 0,10$), pelo teste t.

Tabela 24. Modelagem estatística do efeito da gordura e da água nas propriedades de textura (TPA) do requeijão *light* adicionado de CPS.

Propriedades de textura	Modelo de regressão	R²
Firmeza	$Y = 18,1828 - 0,1663 \cdot G - 0,2260 \cdot A$	0,7072
Gomosidade	$Y = 13,8786 - 0,1251 \cdot G - 0,1751 \cdot A$	0,7510
Mastigabilidade	$Y = 95,9890 - 0,7932 \cdot G - 1,2160 \cdot A$	0,7086
Elasticidade	$Y = 81,9766 - 0,4209 \cdot G - 1,0786 \cdot A$	0,8796

Y: variável resposta; G: teor de gordura; U: teor de água; R²: coeficiente de exatidão.

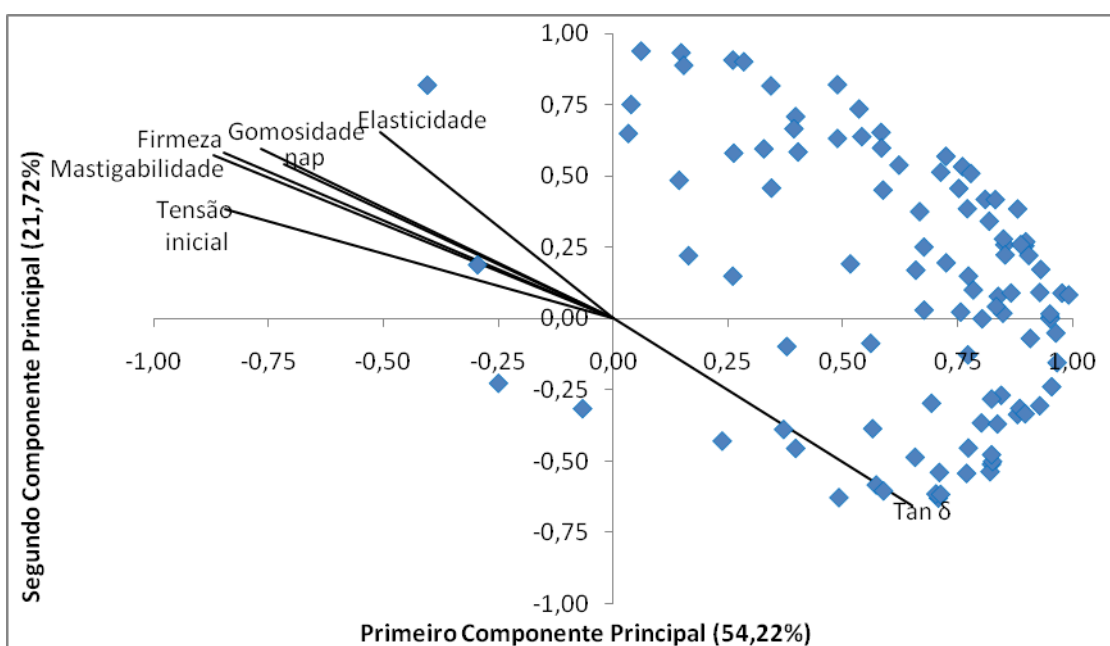
Verificou-se que todas as propriedades de textura tiveram influência negativa do teor de água e de gordura, isto se deve à relação destes constituintes (gordura e água) com o ESD, pois quanto menor o teor de água e de gordura, maior é a concentração de caseína e, conseqüentemente, maior é o número de interações proteína-proteína, causando o enrijecimento da matriz protéica e o aumento das propriedades de textura (FOX et al., 2000).

O mesmo resultado foi encontrado por Cunha (2007) na caracterização de requeijões comerciais, onde os produtos com maior teor de ESD apresentaram maior intensidade das propriedades de textura avaliadas (firmeza, elasticidade, gomosidade e adesividade).

4.5 Correlação das propriedades reológicas com a aceitabilidade sensorial

Uma vez identificada diferença na aceitabilidade sensorial da textura dos requeijões, é interessante identificar as características reológicas responsáveis por esta diferenciação. As análises de correlações (*Pearson*) entre os atributos reológicos (10 °C) e os dois primeiros componentes principais obtidos da ACP dos dados de aceitação (textura) estão ilustradas na Figura 20, onde as características reológicas estão representadas por vetores e os consumidores por pontos. Cada abscissa e ordenada de um vetor é, respectivamente, a correlação linear entre uma característica e os componentes principais.

Juntos, os dois componentes principais explicam 75,9% da variação dos dados, sendo suficiente para analisar a correlação das propriedades reológicas e dos consumidores com os componentes principais. Todas as características reológicas correlacionaram ($p < 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 25).



F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U; η_{ap} : viscosidade aparente; **Tan δ :** (G''/G').

Figura 20. Correlações (Pearson) das propriedades reológicas e dos consumidores com os componentes principais.

Tabela 25. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as propriedades reológicas e os dois primeiros componentes principais obtidos pela ACP dos dados de aceitação quanto à textura dos requeijões.

PROPRIEDADES DE TEXTURA	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Tangente δ	0,6514	0,0034	-0,6540	0,1292
Tensão inicial (τ_0)	- 0,8450	0,0981	0,3848	0,8955
Viscosidade aparente (η_{ap})	- 0,7173	0,0042	0,5440	0,2638
Firmeza	- 0,8473	0,0947	0,6815	0,1272
Gomosidade	- 0,7658	0,0910	0,5949	0,1123
Mastigabilidade	- 0,8695	0,0973	0,5723	0,1094
Elasticidade	- 0,6078	0,0188	0,6546	0,1628

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de significância.

As propriedades reológicas tensão inicial, viscosidade aparente, firmeza, mastigabilidade, gomosidade e elasticidade apresentaram correlação negativa com o primeiro componente principal (Tabela 25) e, portanto, maior intensidade destes atributos afeta negativamente a aceitabilidade sensorial, uma vez que os consumidores estão correlacionados positivamente com o primeiro componente.

Como a $\tan \delta$ (G''/G') se encontram correlacionada positivamente com o primeiro componente principal (Tabela 25) e a maioria dos consumidores também apresenta correlação positiva com este componente, o aumento do valor da tangente proporcionará maior aceitabilidade sensorial dos requeijões.

Porém, analisando conjuntamente as Figuras 11 e 14 (aceitação sensorial em relação à textura e ACP das medidas reológicas) observou-se que o requeijão F2 apresentou elevada intensidade da $\tan \delta$ e não foi aceito pelos consumidores.

Portanto, foram obtidas as intensidades de cada propriedade reológica para cada formulação por meio dos modelos estatísticos ajustados (Tabelas 21

e 23), para que estas intensidades fossem comparadas com a aceitação sensorial das formulações.

As intensidades das características para cada formulação estão apresentadas na Tabela 26. Verificou-se que a medida reológica tan δ contribuiu para o incremento da aceitação do requeijão pelos consumidores para valores acima de 1,11, mas não deve exceder a 1,60. A intensidade considerada fraca também pôde ser identificada.

As propriedades reológicas tensão inicial, viscosidade aparente, firmeza, gomosidade, mastigabilidade e elasticidade foram desejáveis em baixa intensidade no requeijão, porém intensidades muito baixa destas propriedades de textura também foram indesejadas.

Todas as propriedades reológicas devem apresentar intensidade dentro da faixa determinada na Tabela 26, para que o requeijão apresente aceitabilidade sensorial.

De posse destas informações, é possível identificar diversas combinações entre gordura e água, dentro dos níveis estudados, que atendam às faixas de aceitação para todas as propriedades de textura.

Tabela 26. Intensidade das propriedades reológicas para cada formulação de requeijão.

FORMULAÇÕES	PROPRIEDADES REOLÓGICAS						
	Medidas rotacionais e oscilatórias			Perfil de Textura			
	Tensão inicial (Pa)	Viscosidade aparente (Pa.s)	Tan δ	Firmeza (N)	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (J)	Elasticidade (mm)
F1*	284,14	85,62	1,11	0,61	0,51	3,22	4,59
F2	0,00	2,74	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00
F3*	546,49	78,47	1,16	0,66	0,45	2,78	2,18
F4	1108,77	161,36	0,00	1,79	1,32	8,86	7,58
F5	27,52	24,56	1,95	0,00	0,00	0,00	0,00
F6	0,00	29,24	1,92	0,00	0,00	0,00	1,30
F7	814,72	140,60	0,30	1,44	1,10	7,30	7,18
F8	1001,85	135,92	0,33	1,48	1,06	7,01	5,51
F9*	421,12	82,58	1,13	0,64	0,48	3,04	3,41
FAIXAS	284,14 - 546,49	78,47 - 85,62	1,11 - 1,16	0,61 - 0,66	0,45 - 0,51	2,78 - 3,22	2,18 - 4,59

Valores estimados

* Formulações aceitas por maior parte dos consumidores.

4.6 Correlação das medidas instrumentais e sensoriais

4.6.1 Correlação das medidas instrumentais e sensoriais determinadas à temperatura de 10 °C

A Figura 21 representa a Análise de Componentes Principais (ACP) das medidas reológicas (10 °C) e dos atributos de textura sensorial avaliados à temperatura de 10 °C, ou seja, consistência e espalhabilidade.

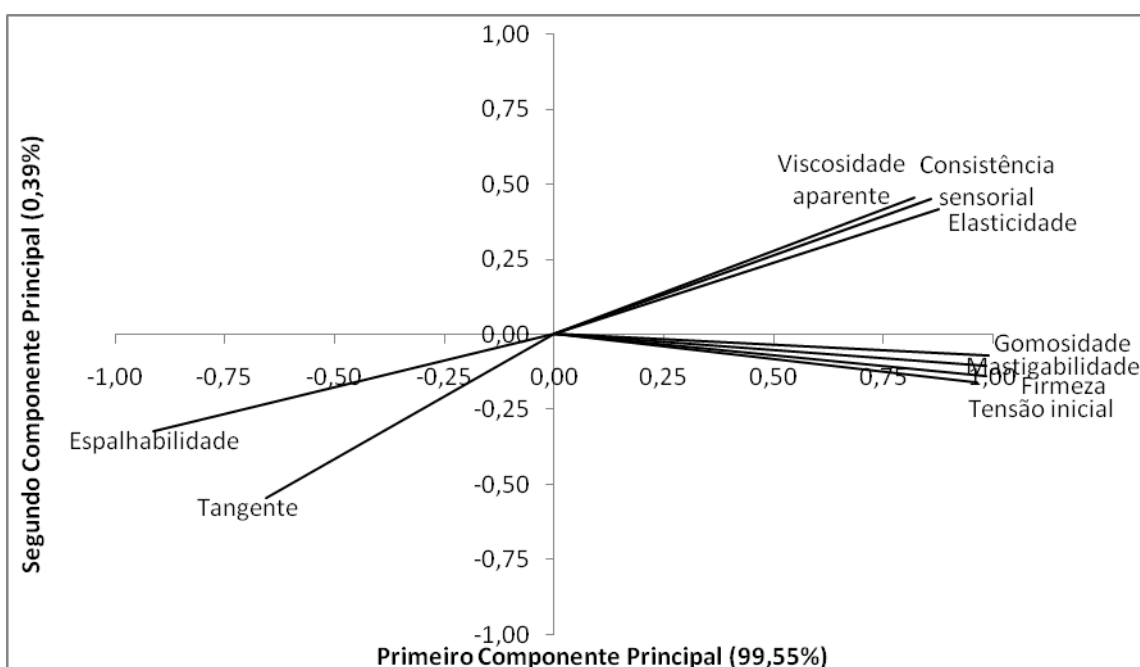


Figura 21. Representação gráfica das medidas instrumentais e sensoriais a 10 °C em relação aos dois componentes principais.

Como o primeiro componente explicou 99,5% da variância apenas uma dimensão será considerada.

As características consistência sensorial, viscosidade aparente, tensão inicial, gomosidade, firmeza, elasticidade e mastigabilidade apresentaram correlação positiva ($p < 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 27), indicando que estas apresentam uma mesma tendência linear e sugerindo que também possuem correlação entre si, uma vez que se encontram

correlacionados positivamente com o mesmo componente principal, de acordo com interpretação sugerida por Carneiro (2005).

O atributo sensorial espalhabilidade e a medida instrumental $\tan \delta$ apresentaram correlação negativa ($p < 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 27), o que sugere a existência de correlação entre estas medidas.

Tabela 27. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos (sensoriais e instrumentais) medidos a temperatura de 10°C e os dois primeiros componentes principais.

ATRIBUTOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Tensão inicial (τ_0)	0,9636	<0,0001	-0,1595	0,6395
Viscosidade aparente (η_{ap})	0,8197	0,0020	0,4570	0,1575
Tan δ	-0,6559	0,0284	-0,5461	0,2015
Firmeza	0,9840	<0,0001	-0,1386	0,6844
Gomosidade	0,9897	<0,0001	0,0687	0,8410
Mastigabilidade	0,9839	<0,0001	-0,1029	0,7633
Elasticidade	0,8754	0,0004	0,4188	0,1999
Consistência sensorial	0,8571	0,0007	0,4520	0,1628
Espalhabilidade (sensorial)	-0,9115	<0,0001	-0,3230	0,3326

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de significância.

As análises de correlação (*Pearson*) entre as medidas sensoriais e instrumentais estão demonstradas na Tabela 28. O coeficiente de correlação confirmou as correlações sugeridas pela ACP, ou seja, as medidas de textura instrumental viscosidade aparente, tensão inicial, gomosidade, firmeza, elasticidade e mastigabilidade apresentaram correlação direta ($p < 0,10$) com a consistência sensorial e, portanto, podem predizer o comportamento sensorial dos requeijões quanto à consistência sensorial. Já o atributo espalhabilidade

sensorial apresentou correlação direta com a $\tan \delta$, indicando que esta medida instrumental pode ser utilizada para representar o atributo espalhabilidade.

Tabela 28. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as medidas instrumentais e sensoriais determinadas a temperatura de 10° C.

MEDIDAS INSTRUMENTAIS	MEDIDAS SENSORIAIS			
	Consistência		Espalhabilidade	
	r	p-valor	r	p-valor
Tensão inicial (τ_0)	0,7864	0,0041	-0,8671	0,0005
Viscosidade aparente (η_{ap})	0,9467	<0,0001	-0,9448	<0,0001
Tan δ	-0,8702	0,0005	0,8694	0,0005
Firmeza	0,7895	0,0039	-0,8610	0,0007
Gomosidade	0,8249	0,0018	-0,8846	0,0003
Mastigabilidade	0,7990	0,0032	-0,8652	0,0006
Elasticidade	0,9375	<0,0001	-0,9450	<0,0001

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de probabilidade.

Vidigal (2009) também encontrou correlação entre a consistência sensorial de sobremesas lácteas e as propriedades de textura tensão inicial e viscosidade aparente. A correlação entre consistência oral e viscosidade aparente a $10s^{-1}$ confirma a proposta de Shama & Sherman (1973), os quais indicaram que o valor de viscosidade aparente determinada à taxa de deformação de $10s^{-1}$ seria um possível índice de consistência sensorial para produtos semi-sólidos.

Por meio da análise de correlação (*Pearson*) também foi possível verificar que a medida instrumental $\tan \delta$ apresentou correlação inversa ($p < 0,10$) com o atributo consistência sensorial (Tabela 28). Esta correlação foi sugerida pela ACP (Figura 21), pois a $\tan \delta$ apresentou correlação negativa com o primeiro componente principal e a consistência sensorial, correlação positiva com este componente. O mesmo foi verificado entre as medidas instrumentais correlacionadas positivamente com o primeiro componente principal e a espalhabilidade sensorial (correlação negativa com o primeiro

componente), identificando que as correlações sugeridas pela ACP foram válidas.

4.6.2 Correlação das medidas instrumentais e sensoriais determinadas à temperatura de 25 °C

A Figura 22 representa a Análise de Componentes Principais (ACP) das medidas reológicas (25 °C) e dos atributos de textura sensorial avaliados à temperatura de 25 °C, ou seja, viscosidade e adesividade.

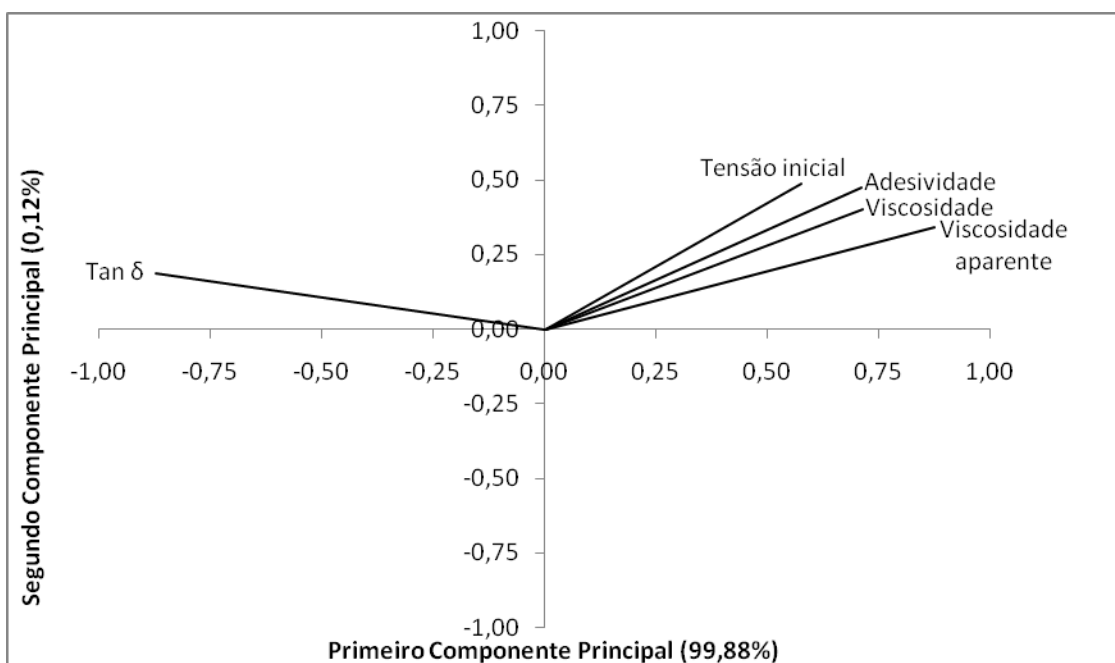


Figura 22. Representação gráfica das medidas instrumentais e sensoriais a 25 °C em relação aos dois componentes principais.

O primeiro componente explicou 99,9% da variância, portanto, somente uma dimensão será considerada.

A medida instrumental $\tan \delta$ apresentou correlação negativa ($p < 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 29) e, portanto, se encontra inversamente associada às medidas sensoriais adesividade e viscosidade (correlação positiva com o primeiro componente).

Como os atributos sensoriais viscosidade e adesividade apresentaram correlação positiva ($p < 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 29), estes podem ser diretamente associados às medidas instrumentais que também se correlacionaram positivamente com este componente, ou seja, as medidas de tensão inicial e viscosidade aparente.

Tabela 29. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos (sensoriais e instrumentais) medidos a temperatura de 25 °C e os dois primeiros componentes principais.

ATRIBUTOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	CP1		CP1	
	r	p-valor	r	p-valor
Tensão inicial (τ_0)	0,5744	0,0646	0,4861	0,1295
Viscosidade aparente (η_{ap})	0,8749	0,0004	0,3401	0,3062
Tan δ	-0,8728	0,0005	0,1870	0,5820
Viscosidade sensorial	0,7137	0,0136	0,4031	0,2189
Adesividade (sensorial)	0,7099	0,0144	0,4731	0,1416

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de significância.

As análises de correlação (*Pearson*) entre as medidas sensoriais e instrumentais (25 °C) estão demonstradas na Tabela 30. A análise de correlação confirmou todas as correlações sugeridas pela ACP (Figura 22), exceto a correlação da medida instrumental tan δ com o atributo sensorial viscosidade, indicando que a avaliação de correlação de medidas por meio da Análise de Componentes Principais deve ser confirmada pela análise de correlação, uma vez que esta técnica multivariada apenas sugere a existência de correlações.

Tabela 30. Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as medidas instrumentais e sensoriais determinadas a temperatura de 25° C.

MEDIDAS INSTRUMENTAIS	MEDIDAS SENSORIAIS			
	Viscosidade		Adesividade	
	r	p-valor	r	p-valor
Tensão inicial (τ_0)	0,8246	0,0018	0,8813	0,0003
Viscosidade aparente (η_{ap})	0,9318	<0,0001	0,9331	<0,0001
Tan δ	-0,4292	0,1878	-0,6972	0,0986

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de probabilidade.

É importante ressaltar que as avaliações sensoriais obtidas por meio de uma equipe devidamente treinada podem fornecer medidas que se correlacionam com as medidas instrumentais. A correlação entre medidas instrumental e sensorial fornece informações de uso prático para a indústria de alimentos, pois a partir das propriedades viscoelásticas (τ_0 , η_{ap} , tan δ) ou das propriedades de textura (TPA) pode-se prever a consistência, a viscosidade, a espalhabilidade e a adesividade sensorial dos requeijões.

5. CONCLUSÃO

Os teores de gordura e de água influenciaram todos os atributos sensoriais e reológicos avaliados, indicando os constituintes estudados como fatores determinantes da qualidade sensorial e reológica de requeijão *light*.

Diferentes combinações entre o teor de gordura e de água produziram requeijões com características sensoriais e reológicas semelhantes, evidenciando que a redução do teor de gordura em requeijão deve ser aliada ao aumento do teor de água do produto final, para que ocorra um equilíbrio no extrato seco desengordurado (ESD) e, conseqüentemente, na textura do requeijão.

O equilíbrio gerado no ESD das formulações F1 (17,3%G e 65%A), F3 (10,2%G e 70%A) e F9 (13,7%G e 67,5%A) não só permitiu que ocorresse um equilíbrio nos atributos sensoriais (aroma característico, sabor característico, espalhabilidade, consistência, viscosidade e adesividade) como ainda foi determinante na aceitabilidade sensorial dos requeijões, os quais foram os mais aceitos.

Dentre as três formulações mais aceitas, o requeijão com menor teor de gordura combinado com o maior teor de água (F3) apresentou menor valor calórico que as demais formulações, o que é muito interessante para indústria uma vez que este produto terá menor custo de produção (menor utilização de creme e de massa), apresentará a mesma qualidade sensorial e reológica que as formulações com maior teor de gordura (F1 e F9) e ainda oferecerá menor conteúdo energético. Além do apelo de marketing que poderá ser realizado devido a este requeijão apresentar uma redução de 65% do teor de gordura em relação ao produto tradicional.

As faixas de intensidade dos atributos sensoriais e reológicos que apresentaram contribuição para a aceitabilidade sensorial do requeijão *light* foram obtidas, permitindo a identificação de diversas combinações entre gordura e água, dentro dos níveis estudados, que atendam às faixas de aceitação para todos os atributos sensoriais, possibilitando a obtenção de uma gama de produtos com diferentes níveis de redução de gordura que

apresentem a qualidade sensorial esperada pelos consumidores. Tal informação é de grande valia para as indústrias, pois será possível oferecer uma diversidade de produtos que além de atenderem às expectativas dos consumidores ainda apresentem baixo custo de produção (menor quantidade de matéria prima utilizada).

Informações tecnológicas de grande valia foram apresentadas, de forma a viabilizar a produção de requeijão com teor de gordura reduzido e com qualidade sensorial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L.R. Tecnologia de leite e derivados. Lavras: UFLA/FEAPE, 2000. 205p.
- ABU-JDAYIL, B. Modelling the time-dependent rheological behaviour of semisolid foodstuffs. **Journal of Food Engineering**, v. 57, p. 97–102, 2003.
- ALAIS, C. **Ciencia de la leche: principio e tecnica lechera**. Barcelona: Compania Comercial e Editorial Continental, 1970. 539p.
- ALVES, L. L.; SILVA, L. P. Substituição parcial da gordura do requeijão por gel de linhaça. In: **SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**, 6º, Campinas. Anais.... Campinas, 2005 (CD ROM).
- ANJOS, V. D. A. **Reologia de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. In: **Seminário sobre requeijão cremoso e outros queijos fundidos: aspectos de qualidade, processamento, rotulagem, legislação e mercado**. Campinas: ITAL, 2000. **Manual técnico**. Cap. 12, p. 1-10, 2000.
- ANON. The principles of fat replacements. **Dairy Industries International**, v.2, p.37, 1994.
- ANTUNES, A.E.C.; MOTTA, E.M.P.; ANTUNES, A.J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.23 suppl. Campinas, Dezembro, 2003.
- BARONI, A. F. et al. Caracterização reológica de requeijão cremoso tradicional e com teor reduzido de gordura: viscosidade extensional e em cisalhamento. **Braz. J. Food Technol. Preprint Serie**, n.3, 1999.
- BARROS, R. M. **Elementos infinitos para o tratamento de problemas da viscoelastodinâmica estacionária em domínios ilimitados pelo método dos elementos finitos**. Dissertação de Mestrado. Instituição: FEM/UNICAMP, São Paulo, SP, 1996.

BASU, S.; SHIVHARE, U.S.; RAGHAVAN, G.S.V. Time Dependent Rheological Characteristics of Pineapple Jam. **International Journal of Food Engineering**, v. 3, issue 3, 2007. Disponível em: <<http://www.bepress.com/ijfe/vol3/iss3/art1>>.

BERGER, W.; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K.; UHLMANN, G. Processed cheese manufacture: a JOHA Guide. **Ladenburg: BK Ladenburg**, 1989. 238p.

BOSI, M.G. **Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão light e de requeijão sem adição de gordura e com fibra alimentar**. 2008. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2008.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32, p. 62–66, 1978.

BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2 ed. Elsevier Science & Technology Books, 2002. 423p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Leite e Produtos Lácteos. **Portaria nº 359. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do requeijão cremoso ou requesón**. Brasília, 1997.

BRASIL. Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde (ANVISA). **Portaria nº 27. Regulamento Técnico de Informação nutricional complementar**. Brasília, 1998.

CARNEIRO, J.D.S. **Análise estatística multivariada aplicada à avaliação sensorial de alimentos**. Universidade Federal de Viçosa (Tese de Doutorado), 2005. 103p.

CHAVES, J.B.P. **Análise Sensorial: Histórico e Desenvolvimento**. Viçosa, MG. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1998.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas**. Viçosa, MG. Editora da Universidade Federal de Viçosa, p. 63-80, 2005.

CORRÊA, N. M.; CAMARGO JÚNIOR, F. B., IGNÁCIO, R. F.; LEONARDI, G. R. Avaliação do comportamento reológico de diferentes géis hidrofílicos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** vol. 41, n. 1, jan./mar., 2005.

COSTA, E. G. F. **Desenvolvimento de uma bebida à base de proteína de soja, enriquecida com vitaminas A e D.** 2003. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CUNHA, C.R. **Papel da gordura e do sal emulsificante em análogos de requeijão cremoso.** 2007. 234p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2007.

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología Alimentaria**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DAMODARAN, S. Food proteins: An overview. In: DAMODARAN, S.; PARAF, A. Food proteins and their applications. New York, Basel, Hong Kong: Marcel Dekker, Inc., 1997. pp. 1-24.

DEIBLER, K.D.; DELWICHE, J. **Handbook of flavor characterization: sensory analysis, chemistry and physiology.** Inc: Marcel Dekker. New York, 2004.

DE SÁ, E. M. F. **Propriedades físicas e químicas de queijos cremosos: influência de polissacarídeos e transglutaminase.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

DEWAR, R.J.; JOYCE, M.J. The thixotropic and rheopectic behaviour of maize starch and maltodextrin thickeners used in dysphagia therapy. **Carbohydrate Polymers**, v. 65, p. 296–305, 2006.

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

DRAKE, M.A.; SWANSON, B. G. Reduced and low fat cheese technology: a review. **Trends Food Sci. Technol.**, v.6, p.336-369, 1995.

DUIZER, L. M.; GULLET, E. A.; FINDLAY, C. J. The relationship between sensory time-intensity, physiological electromyography and instrumental texture profile analysis measurements of beef tenderness. **Meat Science**, V. 42, n° 2, p. 215-224, 1996.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

ENGELEN, L.; DE WIJK, R.A.; PRINZ, J.F.; JANSSEN, A.M.; WEENEN, H.; BOSMAN, F. The effect of oral and product temperature on the perception of flavor and texture attributes of semi-solids. **Appetite**, v. 41, p. 273–281, 2003.

FERNANDES, A.G. Parametros fundamentais para o processamento de queijo fundido. In: MARTINS, J.F.P.; FERNANDES, A.G. (Ed.) Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. **Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 1981a. Cap. 5, p.V1-V11.

FERNANDES, A.G.; MARTINS, J.F.P. Fabricacao de requeijao cremoso a partir de massa obtida por precipitacao acida a quente de leite de bufala e de vaca. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.35, n.212, p.7-13, 1980.

FERREIRA, C. V. et al. Influência da adição de concentrado protéico de leite na qualidade do requeijão cremoso. **Indústria de Laticínios**, p. 64-67, jul./ago., 2000.

FIGONI, P.I. y SHOEMAKER, C. F. 1981. Characterization of structure behaviour of foods from their flow properties. **J. Text. Stud.** 12, 287-305.

FOX, P.F.; GUINEE, T.P.; COGAN, T.M.; McSWEENEY, P.L.H. Cheese Rheology and Texture. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc., 2000. p.305-340.

FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Blackie Academic & Professional, 1998.

FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. **Tecnologia de queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.

FISZMAN, S.M.; COSTELL, E. y DURÁN, L. 1983. Medida del comportamiento reológico de alimentos sólidos. II. Métodos fundamentales. **Rev. Agroquím. Technol. Aliment.** 23(3), 303-309.

GALLINA, D. A. **Influência do tratamento UHT na qualidade do requeijão cremoso tradicional e light**. 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

GARUTTI, D.S.; BRITO, E.S.; BRANDÃO, T.M.; UCHÔA Jr., P.; SILVA, M.A.A.P. Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, Campinas, Set/Dez, 2003.

GAUCHE, C. **Polimerização de proteínas do soro de leite por transglutaminase e propriedades físicas de iogurte elaborado após tratamento enzimático**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

GILLETTE, M. Applications of descriptive analysis. **Journal of Food Protection**. v.47, p.403-409. 1984.

GUINEE, T.P.; CARIC, M.; KALAB, M. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. In: FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H.; COGAN, T.M.; GUINEE, T.P. (Eds.) **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology** Volume 2: Major cheese groups. 3rd Ed. London: Elsevier Ltd., 2004. p.349-394.

HARPER, W. J.; SEIBERLING, D. A. General Processing for Manufactured Products. In: HARPER, W. J.; HALL, C. W. **Dairy technology and engineering**. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company. p. 185- 212, 1976.

HENNELLY, P.J. DUNNE, P.G.; O'SULLIVAN, M. ; O'RIORDAN, E.D. Textural rheological, and microstructural properties of imitation cheese conitaining inulin. **Journal of food engineering**, 75, p. 388-395, 2006.

- IBARZ, A. 1993. Reología de productos alimentarios. **Theknos**. 136-46-62.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3.ed.São Paulo: IMESP, 1985.p.233-234.
- KALAB, M. Practical aspects of electron microscopy in dairy research. **Food Structure**, v.12, p.95-114, 1993.
- KEALY, T. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterisation of semi-solid foods. **Food Research International**, v. 39, p. 265–276, 2006.
- KHATKAR, S. B.; SCHOFIELD, D. J. Dynamic rheology of wheat flour dough. I. Nonlinear viscoelastic behaviour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, p.827-829, 2002.
- KOCA, N.; METIN, M. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. **International Dairy Journal**, v.14, p. 365-373, 2004.
- KOSIKOWSKI, F.V. **Cheese and fermented milk foods**. 2.ed. New York: Kosikowski F.V. and Associates, Brooktondale, 1978.
- KOSIKOWSKI, F.V. Whey utilization and whey products. **J. Dairy Science**, v.62, p. 1149-1160, 1979.
- LASSOUED, N.; DELARUE, J., LAUNAY, B.; MICHON, C. Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 133–143, 2008.
- LAWLESS, H.; HEYMANN, G.V. **Sensory evaluation of foods**. 1999. 827p
- LITTLE, L. Technique for acidified dairy products. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 50, n. 3, p. 434-440, 1967.
- MATHUR, B.N. e SHAHANI, K.M. Use of Total Whey Constituents for Human Food. **Journal of Dairy Science**, v.62, n.1, p.99–105. 1979.
- MATTHEWS, M. E. Whey protein recovery processes and products. **Journal of Dairy Science** 67, 2680-2692. 1984.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G; CARR, T. **Sensory evaluation Techniques**. 4. ed. London: CRC, 2006. 464p.

METZGER, L. E.; MISTRY, V. V. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, n. 78, p. 1883-1895, 1995.

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

MILK INGREDIENTS. Disponível em: <<http://www.milkingredients.ca>>. Acesso em março de 2008.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial – Estudo com Consumidores**. Viçosa, M.G. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 225p, 2006.

MULLER, H.G. 1973. **An introduction to food rheology**. Crane, Russac & Co. New York, 1973.

MUNCK, A.V.; CAMPOS, W.A. Requeijão: um produto brasileiro. **Inf. Agropec.**, v.10, p.35-38, 1984.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, p. 240, 1992.

MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

NAVARRO, R. F. **Fundamentos de Reologia de Polímeros**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1997. 300p.

NICOLAU, E.S.; SQUILASSI, K.M.B.S.; COTTA, M.A.B.O.; MESQUITA, A.J.; QUEIROZ, G.M. **Soro de queijo – Importância e características nutricionais**. 2004. Disponível em: http://www.laticinio.net/inf_tecnicas.asp?cod=40. Acesso: 23 de Janeiro de 2008.

NORONHA, N.; O'RIORDAN, E. D.; O'SULLIVAN, M. Replacement of fat with functional fibre in imitation cheese. **International Dairy Journal**, 2007. In press.

OLIVEIRA, J.S. **Queijo: Fundamentos Tecnológicos**. Campinas: Icone, 1986. 146p.

OLSON, N. F.; PRICE, W. V. Composition and bacterial growth as factors affecting the body of pasteurized process cheese spread. **J. Dairy Sci.** v. 44, n. 8, p. 1394-1404, 1961.

PACHECO, M.T.B.; DIAS, N.F.G.; BALDINI, V.L.S.; SGARBIERI, V.C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos do soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, abr/jun, 2005.

PAGÁN, J.; IBARZ, A. Extraction and rheological properties of pectin from fresh peach pomace. **Journal of Food Engineering**, v. 39, p. 193-201, 1999.

PASIN, G. E, MILLER, S. L. U.S. Whey Products and Sports Nutrition. U.S **Dairy Export Concil.** Arlington, U.S.A. 2000.

PICCOLO, K.C. **Avaliação do efeito da enzima transglutaminase no processo de produção do requeijão cremoso**. 2006. Dissertação (Mestrado Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Engenharia Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2006.

PONS, M.; FISZMAN, S.M. Instruemntal texture profile analysis with particular reference to gelled systems. **Journal of Texture Studies**, v. 27, p. 597-624, 1996.

PRINDIVILLE, E. A.; MARSHALL, R. T.; HEYMANN, H. Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream. **J Dairy Sci**, v. 83, p. 2216–2223, 2000.

RAMOS, A.M. **Caracterización reológica y transmisión de calor em derivados de frutas en el interior de tanques agitados**. Lleida-Espanha: Universitat de Lleida, 1997. 304p. (Tese de doutorado)

RAO, M. A., & RIZVI, S. S. **Engineering properties of foods**, New York, Marcel Dekker, 1986.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas, químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremosos obtido por fermentação**

láctica e acidificação direta. 1997. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

RICHTER, V. B. **Desenvolvimento de uma técnica descritiva por ordenação.** Londrina: UEL. 2006. 74p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Estadual de Londrina, 2006.

ROMEIH, E. A.; MICHAELIDOU, A.; BILIADERIS, C. G.; ZERFIRIDIS, G. K. Lowfat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. **International Dairy Journal**, v. 12, p. 525-540, 2002.

ROSS-MURPHY, S. B. Rheological characterization of gels. **Journal of Texture Studies**, v.26, p.391-400, 1995.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(4): 890-896, out.-dez. 2007.

SCHRAMM, G. **A practical approach to rheology and rheometry.** Gebrueder HAAKE GmbH. Karlsruhe. Germany, 1994

SCHRAMM, S. **Reologia e reometria – fundamentos teóricos e práticos.** São Paulo: Artliber editora, 2006. 232p.

SHAMA, F.; SHERMAN, P. Identification of stimuli controlling the sensory evaluation of viscosity. II. Oral methods. **J. Texture Studies** 4, p. 111–118, 1973.

SHUKLA, D. C.; LADKANI, B. G. Quality of direct acid mozzarella cheese from buffalo milk. **Indian Journal Dairy Science**, New Delhi, v. 42, n. 3, p. 601-605, 1989.

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

SILVA, D.J.P. **Diagnóstico do consumo de água e da geração de efluentes em uma indústria de laticínios e desenvolvimento de um sistema multimídia de apoio.** 2006. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimento) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SILVA, M.P.A.; DAMÁSIO, M.H **Análise sensorial descritiva.** Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”. Campinas, 1994.58p.

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. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** vol.54, nº.6. Belo Horizonte. Dec., 2002

SQUILASSI, K.M.B.S.; COTTA, M.A.B.O.; NICOLAU, E.S.; MESQUITA, A.J. Soro de queijo – **Alternativas para o aproveitamento na alimentação humana,** 2004. Disponível em: http://www.laticinio.net/inf_tecnicas.asp?cod=40 Acesso: 23 de Janeiro de 2008.

STEFFE, J. F. **Rheological Methods in Food Process Engineering.** 2ed. East Lansing, USA: Freeman press, 1996. 418 p.

STEFFE, J.F. **Rheological methods in food process engineering.** Freeman Press. Michigan, 1992.

STONE, H.; SIDEL, J. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology,** v. 11, p. 24-34, 1974.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices.** New York: Academic Press, 1993, 338 p.

STONE, H; SIDEL, J. **Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future.** Food Technology, v. 52, n. 8, p. 48-52, 1998.

TÁRREGA, A.; COSTELL, E. Colour and consistency of semi-solid desserts: Instrumental and sensory measurements. **Journal of Food Engineering,** v. 78, p. 655-661, 2007.

TÁRREGA, A.; DURAN, L.; COSTELL, E. Rheological characterization of semisolid dairy desserts. Effect of temperature. **Food Hydrocolloids,** v. 19, p. 133–139, 2005.

- TIU, C. y BOGER, D.V. 1974. Complete rheological characterization of time-dependent food products. **J. Text. Stud.** 5,329-338.
- USTUNOL, Z., KAWACHI, K., & STEFFE, J. Rheological properties of Cheddar cheese as influenced by fat reduction and ripening time. **Journal of Food Science**, 60, 1208–1210, 1995.
- USDEC, 2002. U. S. **Dairy Export Council**. Disponível em: <<http://www.usdec.org>>. Acesso em: dezembro de 2002.
- VAN DENDER, A. G. F. Princípios básicos da fabricação de queijos fundidos e requeijão cremoso. **Revista Leite e Derivados**, v. 1, n. 3, p. 26, 1992.
- VAN DENDER, A.G.F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos do mercado**. Campinas, S.P. Fonte Comunicações e Editora Ltda, 390 p, 2006.
- VAN WAZER, J.R.; LYONS, J.W.; KIM, K.Y. y COLWELL, R.D. 1963. **Viscosity and flow measurements. A Laboratory Handbook of Rheology**. Interscience Publishers, New York.
- VIDIGAL, M.C.T.R. **Caracterização reológica e sensorial de sobremesa láctea diet contendo concentrado protéico de soro**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**. New York: CRC Press, 2006. 782 p.
- WATANABE, E.; BELL, A. E.; BROCKWAY, B. E. The effect of protein disulphide isomerase on dough rheology assessed by fundamental and empirical testing. **Food Chemistry**, v.61, n.4, p. 481-486, 1998.
- ZALAZAR, C. A.; ZALAZAR, C. S.; BERNAL, S.; BERTOLA, N.; BEVILACQUA, A.; ZARITZKY, N. Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. **International Dairy Journal**, v. 12, n. 1, p.45-50, 2002.
- ZEHREN, V.L.; NUSBAUM, D.D. **Process cheese**. Madison: Cheese Reporter Publishing Company, 1992. 363p.

CAPÍTULO 2

PROPOSIÇÃO DE UMA NOVA METODOLOGIA

SENSORIAL DESCRITIVA:

ANÁLISE DESCRITIVA MODIFICADA

1. INTRODUÇÃO

A qualidade sensorial de um produto pode ser avaliada por meio de métodos sensoriais descritivos, os quais utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos” de medida e podem ser utilizados como garantia de qualidade de alimentos. Estes métodos têm o objetivo de descrever as propriedades sensoriais de um alimento, proporcionando informações sobre aparência, aroma, sabor e textura, que irão traçar o perfil sensorial do produto com precisão em termos estatísticos.

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é uma técnica de descrição sensorial amplamente utilizada na área de alimentos. A ADQ permite o levantamento, descrição e quantificação dos atributos sensoriais detectáveis no produto, utilizando julgadores com alto grau de treinamento e análise estatística dos dados. Esta técnica utiliza para avaliação final dos alimentos uma escala não estruturada para avaliar a intensidade de cada atributo, permitindo a quantificação das características sensoriais e possibilitando a correlação das medidas sensoriais com as medidas instrumentais.

Visto que tal metodologia requer um longo treinamento dos julgadores, uma nova metodologia descritiva por ordenação (ADO) foi desenvolvida recentemente. Este método descreve as sensações percebidas no produto e ordena-os de acordo com a intensidade de cada atributo, sem que haja treinamento prévio dos julgadores. Esta metodologia visa diminuir o tempo e o custo do teste sensorial, porém possui uma grande desvantagem em relação à ADQ, pois não permite a caracterização quantitativa dos atributos, impossibilitando a correlação das medidas sensoriais com as instrumentais.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma metodologia sensorial que permita a descrição quantitativa das características sensoriais dos alimentos, realizando breve treinamento dos julgadores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A análise sensorial é uma ciência que mede, analisa e interpreta as reações provocadas pelos alimentos da forma como estas são percebidas pelos seres humanos, por meio dos órgãos do sentido (STONE e SIDEL, 2004). Assim, suas principais áreas de aplicação em Ciência e Tecnologia de Alimentos são: controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos e seleção de métodos instrumentais que se correlacionem com as características sensoriais (MINIM, 2006).

Segundo Larmond (1977) esta ciência pode ser dividida, didaticamente, em três grandes grupos: métodos discriminatórios, afetivos e descritivos.

Os métodos discriminatórios visam basicamente determinar se um alimento apresenta diferença significativa ou não em relação a outro alimento. Sendo muito utilizado no controle de qualidade, na substituição de ingredientes, na avaliação de fornecedores, entre outros (CHAVES, 2005).

Os testes afetivos são realizados com consumidores habituais ou potenciais do produto em estudo e visam identificar se este é ou não aceito ou preferido pelos consumidores. Sendo este método indispensável no desenvolvimento de novos produtos (MINIM, 2006).

Já as metodologias descritivas possuem o objetivo de traçar o perfil sensorial de um ou mais alimentos, de forma que seja possível identificar as características de qualidade destes e, ainda, verificar quais destas características contribuem ou não para a aceitabilidade sensorial (LARMOND, 1977; GACULA, 1997).

Além das características supracitadas, os métodos descritivos também possibilitam a correlação das medidas sensoriais com as instrumentais, permitindo a utilização dos instrumentos para medir com precisão as características sensoriais, reduzindo o tempo e o custo da obtenção de dados (MURRAY, 2001).

Porém, para que haja a possibilidade de correlação das medidas é necessário que a resposta do teste descritivo seja quantitativa, para que a

utilização do coeficiente de correlação (*Pearson*) seja feita de forma correta, ou seja, utilizado para correlacionar variáveis aleatórias contínuas (FILHO, 2009).

Dentre os métodos descritivos existentes, vamos apresentar o método tradicionalmente utilizado para descrição sensorial de alimentos (ADQ) e um método proposto recentemente (ADO), o qual foi desenvolvido com o objetivo de descrever os alimentos de forma mais rápida e menos dispendiosa que o método convencional.

A análise descritiva quantitativa (ADQ) é uma metodologia descritiva muito completa, a qual permite uma minuciosa descrição e quantificação dos atributos presentes no alimento, porém é muito dispendiosa, uma vez que requer amplo treinamento dos julgadores e uma rigorosa seleção dos mesmos (SAWYER et al., 1962).

A análise descritiva por ordenação (ADO) é um método rápido e simples, porém sua avaliação não permite a quantificação dos atributos, permitindo apenas uma comparação entre alguns alimentos (RICHTER, 2006).

Assim, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de uma metodologia que una as vantagens destes dois métodos: seja rápida e permita obter uma descrição quantitativa.

2.1 Análise descritiva quantitativa (ADQ)

A análise descritiva quantitativa (ADQ) é uma metodologia amplamente empregada na descrição sensorial de alimentos, a qual identifica, descreve e quantifica todas as sensações percebidas na avaliação sensorial do produto (STONE e SIDEL, 2004). É uma técnica valiosa quando se deseja obter melhores informações sobre os atributos sensoriais dos alimentos, na qual cada sensação é associada a um termo descritivo que é quantitativamente mensurado utilizando uma escala adequada, permitindo a descrição das características sensoriais em termos matemáticos (GILETE, 1984).

Com isto, a ADQ representa uma das mais sofisticadas metodologias de avaliação sensorial (DELLA MODESTA, 1994) e é encontrada como a

ferramenta de descrição sensorial em diversos trabalhos já publicados (Tabela 1).

Tabela 1. Trabalhos que utilizaram a análise descritiva quantitativa (ADQ) para descrição sensorial de alimentos.

Produto Alimentício	Autor (es)
Aguardente de cana	CARDELLO e FARIA (2000)
Creme de baunilha	MONROZIER et al. (2001)
Suco de maçã	BLEIBAUMA et al. (2002)
Requeijão cremoso	GARRUTI (2003)
Suco de Laranja	DELLA TORRE et al. (2003)
Bolo de fubá	ROCHA et al. (2003)
Doce de leite	DELLA LUCIA et al. (2003)
logurte sabor pêssego	SANTANA et al. (2006)
Vinho	BARNABÉ et al. (2007)
logurte sabor morango	REIS (2006); RIBEIRO (2008)
logurte com linhaça	DANTAS (2009)
Flan de baunilha	VIDIGAL (2009)
Batata doce	LEIGHTON et al. (2010)
Sorvete de chocolate	SOUKOULIS e TZIA (2010)

Este método foi proposto por Stone e Sidel (1974) e é constituído das seguintes etapas: recrutamento dos julgadores, pré-seleção, levantamento dos atributos sensoriais, definição dos padrões, treinamento, seleção final e avaliação do produto.

RECRUTAMENTO DOS JULGADORES

O recrutamento dos possíveis julgadores é realizado por meio de questionários apropriados, o qual tem como objetivo avaliar se o candidato

possui disponibilidade de tempo, familiaridade com os atributos sensoriais e habilidade em utilizar escalas não estruturadas.

Além destas informações, é necessário avaliar se o candidato a julgador aprecia o produto a ser avaliado e também, se for o caso, dos ingredientes que serão adicionados a esse alimento. Como por exemplo, no trabalho realizado por Freitas (2002) que avaliou mortadela adicionada de carne de frango, foi necessário não apenas avaliar se o julgador gostava de mortadela (produto-teste), mas também se apreciava carne de frango, uma vez que diferentes percentuais desta carne foram adicionados ao produto em análise.

Em geral, são recrutados para a realização da pré-seleção os candidatos que apresentaram disponibilidade de tempo, afinidade pelo produto, habilidade em trabalhar com escala não-estruturada, conhecimento sobre termos descritivos e condições de saúde que não comprometessem as análises.

PRÉ-SELEÇÃO

A pré-seleção é realizada com o objetivo de selecionar os julgadores que possuam habilidade em detectar diferenças entre produtos sensorialmente semelhantes, facilitando a execução das etapas posteriores, pois um julgador que tenha acuidade sensorial será treinado mais facilmente que um julgador sem habilidade sensorial (STONE e SIDEL, 2004).

Para verificar tal habilidade são utilizados testes de diferença global (triangular ou duo-trio).

A metodologia mais comum para análise dos resultados da pré-seleção é estipular um percentual mínimo de acerto em uma série de testes de diferença, ou seja, numa série predeterminada de testes de diferença (triangular ou duo-trio) é estipulado um número mínimo de acerto para o julgador ser selecionado para as próximas etapas (MEIGAARD, 2006).

O número de testes a ser apresentado e a porcentagem de acerto é definido em função da complexidade do produto-teste. Na Tabela 2 estão

representadas algumas porcentagens mínimas de acerto estabelecidas para diferentes produtos.

Tabela 2. Porcentagens mínimas de acerto em testes de diferença para pré-selecionar julgadores.

Alimentos	Número de testes	Porcentagem mínima de acerto (%)	Autor (es)
logurte	4	50	RIBEIRO (2008)
Flan de baunilha	4	75	VIDIGAL (2009)
Leite de vaca	5	60	BARBOSA (2007)
Barra de cereais	3	100	SAMPAIO (2009)
Queijo prato	3	100	SPADOTI (2005)
Salame tipo italiano	4	50	SCHEID et al. (2001)

LEVANTAMENTO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS

O levantamento dos atributos sensoriais que descrevem os produtos-teste possibilita traçar o perfil sensorial daquele alimento (HUNTER & MCEWAN, 1998). Uma forma simples de efetuar tal levantamento é realizar uma discussão aberta utilizando uma lista prévia como apoio para as discussões, de forma que os julgadores tenham liberdade de acrescentar os atributos que julgarem necessários, ou seja, que estejam presentes no alimento. Tal alternativa foi utilizada por diversos pesquisadores, dentre eles Reis (2006); Ribeiro (2008); Vidigal (2009) e Dantas (2009).

Definidos os atributos que descrevem o alimento em questão, os julgadores deverão confeccionar uma lista contendo os atributos e suas respectivas definições, de forma, a padronizar exatamente o que é cada atributo (MEILGAARD et al., 2006).

DEFINIÇÃO DAS REFERÊNCIAS

Esta etapa tem o objetivo de definir referências que ancorarão os extremos da escala não estruturada, ou seja, para cada atributo levantado será definido um material de referência que represente a intensidade fraca e forte do atributo (CIVILLE et al., 1973; MURRAY, 2000).

Para fixar estas referências pode-se utilizar produtos comerciais, da mesma natureza ou não que o produto em avaliação, ou pode-se “construir” estas referências, por meio de alterações no processamento do produto, como realizado por Ribeiro (2008); Vidigal (2009); Dantas (2009).

Segundo Sulmont et al.(1999) equipes que utilizaram referências da mesma natureza que o produto em avaliação obtiveram melhor desempenho nos testes sensoriais.

TREINAMENTO DOS JULGADORES

O treinamento permite melhorar as habilidades naturais dos julgadores em reconhecer e descrever os atributos (MURRAY, 2001), desejando não somente aumentar a sensibilidade e reprodutibilidade dos resultados pelos julgadores, mas também fazer com que a equipe trabalhe como um bloco homogêneo e exato.

Para a realização do treinamento é solicitado aos julgadores que leiam a definição dos atributos e analisem os padrões, tentando memorizar cada um deles. A forma de manuseio dos padrões também deve ser padronizada (VIDIGAL, 2009).

O número de sessões de treinamento a serem realizadas dependerá da equipe sensorial e da complexidade do alimento em avaliação. Dessa forma, quando o analista julgar que o grupo está pronto, deve realizar o teste de seleção final para verificar se os julgadores realmente estão aptos a avaliar os produtos.

SELEÇÃO FINAL

Para avaliar se o nível de treinamento dos julgadores está satisfatório, o líder da equipe deve simular um teste em cabines individuais utilizando a ficha de avaliação definitiva (CARDELLO e FARIA, 1998). É recomendado o uso de duas ou mais amostras diferentes do mesmo produto, em repetições (FERREIRA, 2002).

Durante a prova de desempenho dos julgadores devem ser consideradas a capacidade discriminatória, a reprodutibilidade de respostas e a concordância entre os julgadores (DAMASIO e COSTELL, 1991).

Para se avaliar a habilidade discriminatória e reprodutibilidade de resultados, a análise de variância (ANOVA) é aplicada aos resultados de cada julgador, separadamente para cada termo descritivo e é dito que o julgador possui habilidade discriminatória se a probabilidade do F de amostra for inferior a 0,50 e que possui repetibilidade de resultados se a probabilidade do F de repetição for maior que 0,05 (DAMASIO e COSTELL, 1991).

No estudo do grau de concordância entre os julgadores recomenda-se o uso de coeficiente de correlação entre os escores de cada candidato com o escore médio de todos os membros da equipe em cada atributo (CARDELLO e FARIA, 1998).

Se, no mínimo, 6 julgadores forem selecionados pode-se proceder à avaliação dos produtos, porém se um menor número de julgadores forem selecionados, deve-se retornar ao treinamento (STONE et al., 1974; CHAVES, 2005).

AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS

Avaliação sensorial dos produtos deve ser conduzida em cabines individuais ou em locais que garantam a individualidade dos julgadores, bem como os demais requisitos necessários à avaliação, obedecendo a um

delineamento experimental apropriado. As amostras uniformizadas devem ser apresentadas aos julgadores, de maneira que as variações de temperatura e quantidade sejam minimizadas. As amostras devem ser codificadas utilizando aleatoriamente numerais cardinais de três dígitos. Os julgadores devem analisar os produtos em relação a todos os atributos sensoriais, utilizando a ficha definitiva. A lista de definições dos atributos deve ser fornecida aos julgadores juntamente com a ficha de avaliação (DUTCOSKY, 1996; CARDELLO e FARIA, 1998).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na análise dos resultados, testa-se a hipótese de nulidade (hipótese de que não há diferença entre os efeitos dos tratamentos) por meio de análises de variância (ANOVA). Posteriormente, se houver diferença pelo teste F, realiza-se um teste de médias (Tukey ou Duncan) para comparação das amostras aos pares (fator qualitativo) (STONE e SIDEL, 2004). Caso o fator em estudo for quantitativo, o ideal é proceder ao ajuste de modelos de regressão.

Na Análise de Variância (ANOVA) deve-se verificar se há interação entre os efeitos de amostra e julgador, pois se existir ($F_{\text{interação}}$ significativo) deve-se recalcular o F_{amostra} utilizando o $QM_{\text{interação}}$ como denominador, em vez do $QM_{\text{resíduo}}$. A existência de interação indica que há pelo menos um julgador avaliando as amostras de forma diferente da equipe. Esta ocorrência é comum e difícil de ser evitada na análise sensorial (SILVA e DAMASIO, 1994).

Para melhor visualização dos resultados, também pode-se optar por realizar uma representação gráfica, utilizando a Técnica Multivariada de Análise de Componentes Principais.

2.2 Análise descritiva por ordenação (ADO)

A análise descritiva por ordenação (ADO) é uma técnica de descrição sensorial desenvolvida com o objetivo de reduzir o tempo do teste sensorial.

Para atingir tal objetivo propõe a eliminação do treinamento e da seleção final dos julgadores, sendo a avaliação dos produtos feita por meio da ordenação das amostras em relação a cada descritor sensorial (RODRIGUE, 2000; RICHTER, 2006).

O teste de ordenação é tradicionalmente classificado como um método discriminatório, ou seja, é utilizado para detectar diferença significativa entre produtos sensorialmente semelhantes por meio da ordenação destes em relação a um atributo (teste de diferença direcional) (CHAVES, 2005). A característica direcional do teste permite sua utilização como método descritivo, ou seja, realiza-se a ordenação dos produtos-teste em relação aos descritores sensoriais levantados pela equipe.

A primeira indicação do teste de ordenação como método descritivo foi feita por Rodrigue et al. (2000) e, no ano de 2006, Richter padronizou a metodologia, propondo então a denominada Análise Descritiva por Ordenação (ADO).

Devido a ADO ter sido proposta há pouco tempo, são poucos os trabalhos que utilizaram esta metodologia. A Tabela 3 ilustra os trabalhos que utilizaram a ADO para a descrição sensorial de diferentes alimentos.

Tabela 3. Trabalhos de descrição sensorial de alimentos que utilizaram a análise descritiva por ordenação (ADO).

ALIMENTO	AUTOR (ES)
Produtos de milho doce	RODRIGUE et al. (2000).
Flan de chocolate	RICHTER (2000).
logurte sabor morango	RIBEIRO (2008).
Doce de leite <i>diet</i>	CARNEIRO et al. (2008).

As etapas da ADO são as seguintes: recrutamento dos julgadores, pré-seleção, levantamento dos atributos sensoriais, definição dos padrões e avaliação das amostras (RICHTER, 2006).

É uma metodologia mais simples que a análise descritiva tradicional (ADQ), uma vez que dispensa as etapas de treinamento e seleção final dos julgadores e permite a análise final dos produtos logo após a definição dos padrões de referência (RIBEIRO, 2008).

Quanto à definição dos padrões, é importante ressaltar que estes devem ser definidos mesmo que estes materiais de referência não ancorarão o extremo da escala não-estruturada, pois a escala de ordenação não possui extremos. Mas é importante o estabelecimento de padrões de referência dos atributos para que os julgadores tenham claro qual é exatamente o atributo em análise, ou seja, para padronizar o que será avaliado, evitando erros de interpretações dos atributos (MEILGAARD et al., 2006). Assim, realiza-se uma sessão de apresentação dos padrões de referência aos julgadores antes da avaliação final das amostras.

A grande vantagem desta metodologia está na simplicidade do método e na diminuição do tempo do teste sensorial (RODRIGUE et al, 2000; RICHTER, 2006; RIBEIRO, 2008), porém existe uma desvantagem muito relevante, uma vez que esta técnica não permite a descrição quantitativa das amostras, mas apenas uma descrição comparativa, devido à escala de avaliação ser discreta e assimétrica (RODRIGUE et al., 2000). Desta forma, surge a necessidade da proposição de um novo método que também dispense o treinamento dos julgadores, mas que permita obter uma descrição quantitativa dos atributos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental

Como neste capítulo o objetivo foi propor uma nova metodologia para a caracterização sensorial de alimentos em geral, os requeijões desenvolvidos serviram apenas como objeto de estudo. Desta forma, optou-se por não utilizar todas as formulações, mas utilizar apenas as formulações que compõem o Delineamento Central Rotacional (Figura 1), permitindo ao mesmo tempo a simplificação da metodologia e a estimativa do erro puro (repetições do ponto central). Desta forma, foram analisadas pela análise descritiva modificada (ADM) apenas 7 ensaios (2^2+3).

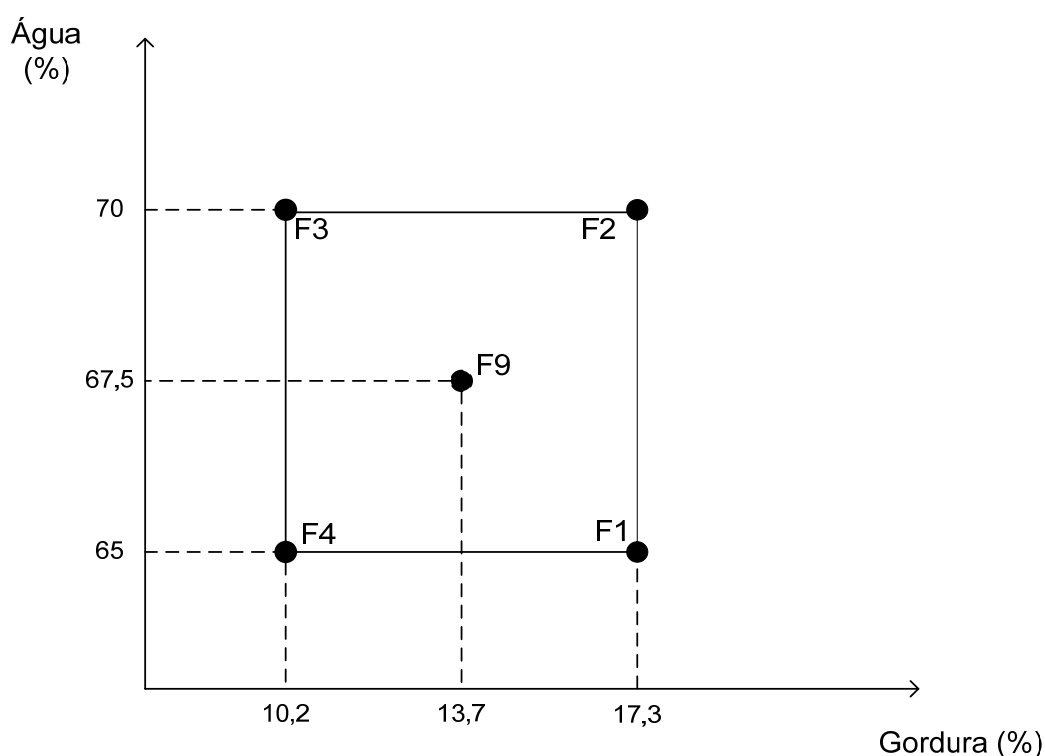


Figura 1. Disposição dos pontos experimentais no delineamento central rotacional (DCR).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

3.2 Análise descritiva modificada (ADM)

A análise descritiva proposta neste trabalho, denominada análise descritiva modificada (ADM), propôs dispensar o treinamento e a seleção final dos julgadores com o objetivo de tornar a descrição sensorial mais rápida e simples. Assim, foi proposto que os julgadores avaliassem os produtos logo após a definição dos padrões e que possuíssem ao alcance os materiais de referência, para serem consultados durante a avaliação dos produtos. Sendo assim, a metodologia proposta seguiu o fluxograma ilustrado na Figura 2.



Figura 2. Metodologia proposta (Análise descritiva modificada).

A análise descritiva modificada foi realizada com a mesma equipe que participou na análise descritiva quantitativa, ou seja, antes do treinamento (ADQ) os julgadores avaliaram as amostras pelo método proposto neste trabalho. Desta forma, as etapas comuns destas metodologias (recrutamento, pré-seleção, levantamento dos atributos e definição dos padrões) foram realizadas apenas uma vez e estão descritas no capítulo 1 (item 3.5.1).

Sendo assim, foi descrito neste capítulo apenas a etapa de avaliação final, seleção dos dados e análise final dos dados da análise descritiva modificada. Os dados da ADQ necessários para a comparação entre as

metodologias também foram apresentados neste capítulo. A descrição das etapas de treinamento, seleção final e avaliação dos produtos pela ADQ foram descritas somente no capítulo 1 (itens 3.5.1.4 a 3.5.1.6).

3.2.1 Avaliação final dos produtos pela análise descritiva modificada (ADM)

As formulações (2^2+3) foram apresentadas aos 14 julgadores numa única sessão e a avaliação final foi realizada por meio do protocolo atributo-por-atributo, conforme proposto por Ishii (2006) para julgadores não treinados. Tal forma de apresentação dos produtos permite a comparação entre os mesmos e facilita a avaliação por parte dos julgadores.

Como as avaliações foram realizadas por atributos e não por amostras, as fichas de avaliação foram organizadas para cada atributo individualmente, como ilustrado pela Figura 3.

Foram apresentados, junto aos produtos em análise, os materiais de referência que ancoraram os extremos da escala não estruturada, para que os julgadores pudessem consultá-los durante a avaliação.

Durante todas as sessões, utilizou-se luz branca nas cabines e os julgadores receberam uma ficha com a descrição de cada atributo junto com as fichas de avaliação, de forma a padronizar o manuseio das amostras.

A definição de cada atributo e os padrões que ancoraram os extremos da escala não estruturada estão representados pela Tabela 4.

Nome: _____ Data: __/__/__.

Atributo: COR

Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e marque com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade da característica avaliada.

Código: _____

A horizontal line with vertical tick marks at each end. Below the left tick mark is the word "Claro" and below the right tick mark is the word "Escuro".

Código: _____

A horizontal line with vertical tick marks at each end. Below the left tick mark is the word "Claro" and below the right tick mark is the word "Escuro".

Código: _____

A horizontal line with vertical tick marks at each end. Below the left tick mark is the word "Claro" and below the right tick mark is the word "Escuro".

Código: _____

A horizontal line with vertical tick marks at each end. Below the left tick mark is the word "Claro" and below the right tick mark is the word "Escuro".

Código: _____

A horizontal line with vertical tick marks at each end. Below the left tick mark is the word "Claro" and below the right tick mark is the word "Escuro".

Código: _____

A horizontal line with vertical tick marks at each end. Below the left tick mark is the word "Claro" and below the right tick mark is the word "Escuro".

Código: _____

A horizontal line with vertical tick marks at each end. Below the left tick mark is the word "Claro" and below the right tick mark is the word "Escuro".

Figura 3. Ficha de avaliação da ADM para o atributo cor.

Tabela 4. Atributos sensoriais levantados pela equipe de julgadores, suas respectivas definições e padrões que ancoram os extremos da escala não estruturada.

Atributos	Definições	Referências
APARÊNCIA		
Cor Característica	Cor característica de requeijão, variando do branco-amarelado ao amarelo claro.	Fraco: F2
		Forte: F6
Consistência	Força necessária para mexer o produto a com a colher.	Fraca: F2
		Forte: F8
Espalhabilidade	Capacidade de espalhar o requeijão com uma colher sobre o biscoito.	Fraca: F8
		Forte: F2
AROMA		
Aroma Característico	Aroma característico de requeijão cremoso.	Fraco: F8
		Forte: F6
SABOR		
Sabor Característico	Sabor característico de requeijão cremoso.	Fraco: F8
		Forte: F6
TEXTURA		
Viscosidade	Força necessária para puxar o produto da colher para a boca.	Fraca: F2
		Forte: F8
Adesividade	Força necessária para remover o produto que adere ao palato.	Fraca: F2
		Forte: F8

F1: 17,3%G e 65% U; **F2:** 17,3%G e 70%U; **F3:** 10,2%G e 70%U; **F4:** 10,2%G e 65%U; **F5:** 13,7%G e 71%U; **F6:** 18,7%G e 67,5%U; **F7:** 13,7%G e 64%U; **F8:** 8,7%G e 67,5%U; **F9 (ponto central):** 13,7%G e 67,5%U.

3.2.2 Seleção dos dados de avaliação (ADM)

Como não houve treinamento nem seleção dos julgadores, foi proposta para esta metodologia, uma seleção dos dados por meio de uma análise de consenso dos julgadores, de forma a retirar da análise final os dados discrepantes.

Assim, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) para cada atributo separadamente e os dados dos julgadores que não se correlacionaram com o primeiro componente principal (componente responsável pela variação máxima) foram excluídos da análise final dos dados. Foi escolhido somente o primeiro componente principal para avaliar a correlação linear dos dados, devido a este componente ter explicado mais que 70% da variação dos dados para a análise de todos os atributos.

A análise de componentes principais visa reduzir a “massa” de dados e tem como objetivo transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto, os componentes principais (MINIM, 2006). Desta forma, se duas variáveis se encontram correlacionadas com o mesmo componente principal, pode-se dizer que estas variáveis possuem comportamento semelhante.

Então, os dados de avaliação que não apresentarem correlação significativa com o primeiro componente principal, foram considerados dados sem consenso com o grupo e, para a avaliação final do atributo em questão, estes dados foram excluídos da análise.

3.2.3 Análise final dos resultados da análise descritiva modificada (ADM)

Os escores sensoriais obtidos para cada atributo foram analisados por meio da Análise de Variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e julgador) e interação amostra*julgador. A hipótese de nulidade (hipótese de que não há diferença entre os efeitos dos tratamentos) foi testada por meio de análises de variância (teste F).

O modelo estatístico que representa o delineamento utilizado (Delineamento em Blocos Casualizados), em que julgadores foram considerados blocos, é dado por:

$$Y_{ijk} = m + T_i + B_j + (T * B)_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

Em que:

- ✓ Y_{ijk} = escore do atributo sensorial da formulação i atribuído pelo julgador j na repetição k;
- ✓ m = média geral;
- ✓ T_i = efeito (contribuição) da formulação i;
- ✓ B_j = efeito (contribuição) do julgador j;
- ✓ $(T*B)_{ij}$ = interação entre a formulação i e o julgador j;
- ✓ e_{ijk} = erro aleatório NID $(0, \sigma^2)$.

Os resultados também foram avaliados utilizando a técnica de análise multivariada Análise de Componentes Principais (ACP).

3.3 Comparação da análise descritiva modificada (ADM) com a análise descritiva quantitativa (ADQ)

3.3.1 Comparações qualitativas

Foram realizadas duas comparações qualitativas entre os dados de descrição sensorial obtidos pela análise descritiva modificada (ADM) e a análise descritiva quantitativa (ADQ): (1) comparação entre o número de atributos que apresentaram interação amostra*julgador significativa; (2) comparação entre as configurações espaciais das formulações e dos atributos pela Análise de Componentes Principais (ACP).

A comparação do número de atributos que apresentaram interação amostra*jugador significativa possuiu o objetivo de avaliar qual método permitiu maior interação dos julgadores com os produtos, pois esta indica que pelo menos um julgador está avaliando as formulações de forma diferente, o que é difícil de evitar na análise sensorial (SILVA & DAMASIO, 1994), porém é interessante que não ocorra.

A comparação entre as configurações espaciais das formulações e dos atributos, geradas pela Análise de Componentes Principais, teve por objetivo verificar, visualmente, se houve mudança na descrição sensorial das formulações quando estas foram avaliadas por métodos diferentes.

3.3.2 Comparações quantitativas

Para comparar os métodos de forma quantitativa foram utilizados dois recursos estatísticos: o coeficiente de correlação (*Pearson*) e o teste t de *Student* para amostras pareadas.

A análise de correlação foi realizada com o objetivo de verificar a existência de correlações lineares entre os dados obtidos pelas duas metodologias; já o teste t para amostras pareadas objetivou verificar se os resultados de descrição sensorial da metodologia proposta são estatisticamente iguais aos dados da análise tradicional (ADQ).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise descritiva modificada (ADM)

4.1.1 Seleção dos dados de avaliação da análise descritiva modificada (ADM)

A Figura 4 ilustra a análise de componentes principais para os dados da avaliação final da análise descritiva modificada (ADM), para cada atributo separadamente.

Os dados da avaliação final dos produtos que não apresentaram correlação significativa com o primeiro componente principal (Quadro 1) estão demonstrados na Figura 4 com a respectiva indicação do julgador ao qual este está relacionado.

Para o atributo aroma característico os dados de avaliação dos julgadores 1, 4, 5, 7, 9 e 10 não correlacionaram significativamente ($p > 0,10$) com o primeiro componente principal (Quadro 1) e, portanto, foram excluídos da análise final dos dados (ANOVA e ACP). Os dados dos julgadores 1, 7 e 9 também não correlacionaram com o primeiro componente principal para o atributo sabor característico e, assim, foram excluídos da análise final.

Em relação aos demais atributos, a avaliação de todos os julgadores apresentou correlação significativa com o primeiro componente principal (Tabela 5), sendo então mantidas na análise final dos resultados.

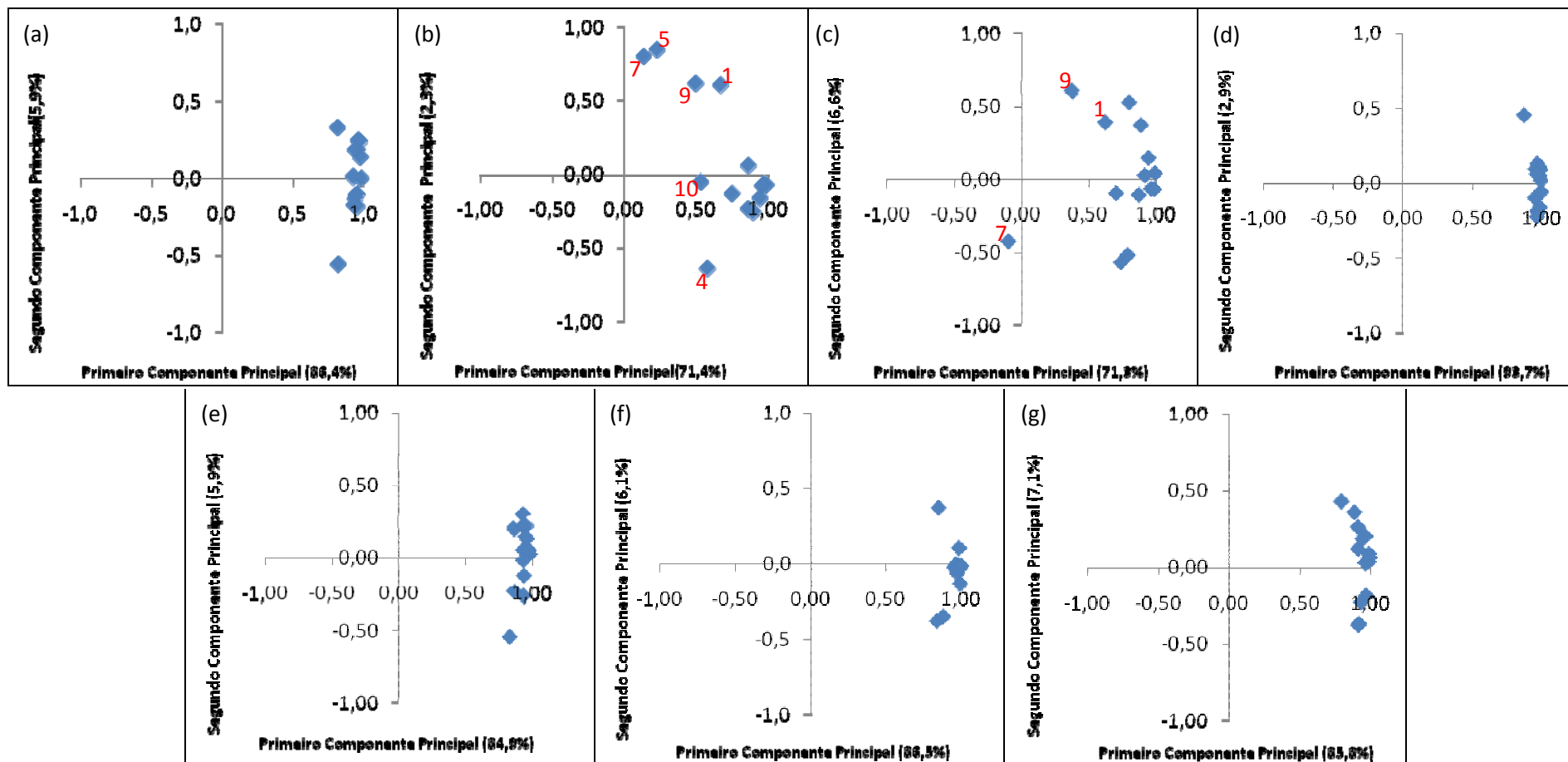


Figura 4. Representação gráfica da Análise de Componentes Principais para os dados da avaliação final da ADM. (a) Cor característica; (b) Aroma característico; (c) Sabor Característico; (d) Consistência; (e) Espalhabilidade; (f) Viscosidade; (g) Adesividade.

Tabela 5. Níveis de probabilidade da correlação dos dados de avaliação de cada julgador com o primeiro componente principal, para cada atributo sensorial.

Julgadores	Cor Característica	Aroma Característico	Sabor Característico	Consistência	Espalhabilidade	Viscosidade	Adesividade
1	0,0019	0,1022^{ns}	0,1385^{ns}	<0,0001	0,0008	0,0001	0,0001
2	0,0003	0,0131	0,0082	0,0005	0,0011	0,0006	0,0042
3	0,0017	0,0543	0,0595	0,0002	0,0209	0,0093	0,0039
4	0,0016	0,1764^{ns}	0,0796	<0,0001	0,0025	0,0002	0,0024
5	0,0011	0,6266^{ns}	0,0320	0,0108	0,0116	0,0160	0,0004
6	0,0030	0,0007	0,0006	0,0004	0,0007	<0,0001	<0,0001
7	0,0010	0,7773^{ns}	0,8276^{ns}	0,0011	0,0002	0,0011	0,0045
8	0,0001	0,0133	0,0039	<0,0001	0,0123	<0,0001	0,0006
9	0,0241	0,2598^{ns}	0,4046^{ns}	0,0001	0,0001	0,0003	0,0046
10	0,0024	0,2209^{ns}	0,0362	0,0005	0,0018	0,0190	0,0332
11	0,0010	0,0003	<0,0001	0,0003	0,0019	<0,0001	0,0007
12	0,0007	0,0068	0,0110	<0,0001	0,0025	<0,0001	0,0083
13	0,0003	0,0013	0,0016	<0,0001	0,0021	<0,0001	<0,0001
14	0,0259	0,0001	<0,0001	0,0011	0,0022	0,0003	0,0016

ns: correlação não significativa a 10% de probabilidade.

4.1.2 Análise final dos dados de avaliação da análise descritiva modificada (ADM)

A avaliação dos resultados foi realizada por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e julgador) e interação amostra x julgador. Dentre os sete atributos avaliados, apenas o atributo cor característica demonstrou haver efeito significativo ($p < 0,001$) da interação amostra*julgador (Tabela 6). Assim, o teste para efeito de amostras para este atributo (cor característica) foi realizado novamente, utilizando o quadrado médio da interação amostra x julgador como denominador (F versus interação), como proposto por STONE e SIDEL (1974). A existência de interação indica que há pelo menos um julgador avaliando as amostras de forma diferente da equipe. Esta ocorrência é comum e difícil de ser evitada na análise sensorial (SILVA & DAMASIO, 1994).

As formulações diferiram entre si ($p < 0,001$) pelo teste F para todos os atributos avaliados.

É importante ressaltar que o número de graus de liberdade (GL) de julgadores para os atributos aroma e sabor característicos foram diferentes dos demais atributos, devido à exclusão dos dados de avaliação que não apresentaram consenso com a equipe (item 4.1.1 – Seleção dos dados).

4.2 Comparação entre as metodologias descritivas: ADM e ADQ

4.2.1 Comparações qualitativas

Significância das interações entre amostra*julgador

Para que fosse possível comparar as metodologias em relação ao número de atributos que apresentaram interação significativa entre os julgadores e as formulações, procedeu-se a uma nova Análise de Variância para os dados da ADQ, considerando apenas as formulações que também foram avaliadas pela ADM, ou seja, F1, F2, F3, F4 e F9 (Tabela 7).

Tabela 6. Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de requeijão.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	Versus	Versus
				resíduo	interação
				p-valor	p-valor
COR CARACTERÍSTICA	A	4	138,3350	<0,0001	<0,0001
	J	13	4,0085		
	A*J	52	2,0142	0,0093	
	Resíduo	28	0,8683		
AROMA CARACTERÍSTICO	A	4	56,4748	<0,0001	
	J	7	2,9601		
	A*J	28	1,1435	0,9848	
	Resíduo	16	2,9230		
SABOR CARACTERÍSTICO	A	4	80,9483	<0,0001	
	J	10	4,3451		
	A*J	40	2,1139	0,9346	
	Resíduo	22	3,6645		
CONSISTÊNCIA	A	4	145,1261	<0,0001	
	J	13	2,2511		
	A*J	52	0,7087	0,2511	
	Resíduo	28	0,5583		
ESPALHABILIDADE	A	4	137,8052	<0,0001	
	J	13	2,1347		
	A*J	52	1,5189	0,8509	
	Resíduo	28	2,1186		
VISCOSIDADE	A	4	140,1720	<0,0001	
	J	13	2,6040		
	A*J	52	1,3522	0,1051	
	Resíduo	28	0,7750		
ADESIVIDADE	A	4	143,6484	<0,0001	
	J	13	3,4322		
	A*J	52	1,5554	0,1344	
	Resíduo	28	1,0538		

A = Amostra; J = Julgador; A*J = Interação Amostra versus Julgador; * significativo ao nível de 10% de probabilidade; ^{ns} não significativo ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 7. Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de requeijão quando avaliados pela análise descritiva quantitativa (ADQ).

ATRIBUTO	FV	GL	QM	Versus
				resíduo p-valor
COR CARACTERÍSTICA	A	4	24,7353	<0,0001
	J	8	8,3498	
	A*J	32	2,8401	0,0010
	Resíduo	18	0,6711	
AROMA CARACTERÍSTICO	A	4	32,5758	<0,0001
	J	8	9,0764	
	A*J	32	5,3411	<0,0001
	Resíduo	18	0,7148	
SABOR CARACTERÍSTICO	A	4	32,2858	<0,0001
	J	8	8,3257	
	A*J	32	5,2644	0,0154
	Resíduo	18	1,9704	
CONSISTÊNCIA	A	4	61,0997	<0,0001
	J	8	4,3756	
	A*J	32	1,9119	<0,0001
	Resíduo	18	0,2281	
ESPALHABILIDADE	A	4	74,1470	<0,0001
	J	8	6,1807	
	A*J	32	1,3157	<0,0001
	Resíduo	18	0,0118	
VISCOSIDADE	A	4	70,8564	<0,0001
	J	8	2,8878	
	A*J	32	1,3075	<0,0001
	Resíduo	18	0,1400	
ADESIVIDADE	A	4	68,3361	<0,0001
	J	8	4,3979	
	A*J	32	1,8802	<0,0001
	Resíduo	18	0,2474	

A = Amostra; J = Julgador; A*J = Interação Amostra versus Julgador; * significativo ao nível de 10% de probabilidade; ^{ns} não significativo ao nível de 10% de probabilidade.

A Tabela 8 ilustra quais atributos sensoriais apresentaram interação significativa quando avaliados por cada metodologia descritiva.

Tabela 8. Valores da estatística F amostra*jugador e seus respectivos níveis de significância para os atributos sensoriais de requeijões avaliados pelas duas metodologias estudadas (ADM e ADQ).

ATRIBUTOS SENSORIAIS	ADM		ADQ	
	F interação	p-valor	F interação	p-valor
Cor Característica	2,32	0,0093*	4,23	0,0010*
Consistência	1,27	0,2511	8,38	<0,0001*
Espalhabilidade	0,72	0,8509	21,27	<0,0001*
Aroma Característico	0,39	0,9848	7,47	<0,0001*
Sabor Característico	0,58	0,9346	2,67	<0,0001*
Viscosidade	1,74	0,1051	9,34	<0,0001*
Adesividade	1,48	0,1344	7,60	<0,0001*

F_{interação}: estatística F (ANOVA) para interação amostra*jugador; p-valor: nível de significância; * significativo a 10% de probabilidade.

Como pode-se observar na Tabela 8, a metodologia proposta neste trabalho (ADM) permitiu que houvesse menor interação dos julgadores com as formulações, pois apenas para o atributo cor característica a interação apresentou foi significativa ($p < 0,10$).

A presença dos padrões de referência no momento da avaliação final e a forma de apresentação das amostras (protocolo atributo-por-atributo) permitiram que ocorresse menor interação dos julgadores com os produtos, ou seja, possibilitaram que os julgadores avaliassem todas as formulações da mesma forma (interação não significativa). Tal resultado aponta esta metodologia como uma alternativa muito interessante, pois a interação é uma ocorrência comum em análise sensorial e de difícil controle, uma vez que até mesmo equipes com alto grau de treinamento podem apresentar interação (SILVA e DAMASIO, 1994; O'NEILL, 2001). Como pode-se verificar nos trabalhos realizados por Cardello e Faria (1998; 2000); Monrozier et al. (2001), Rocha et al. (2003); Richter (2006); Ribeiro (2008); Vidigal (2009).

O método proposto neste trabalho se mostra muito aplicável, pois além de ser mais simples e rápido do que a metodologia tradicional, ainda minimizou a interação dos julgadores com os produtos.

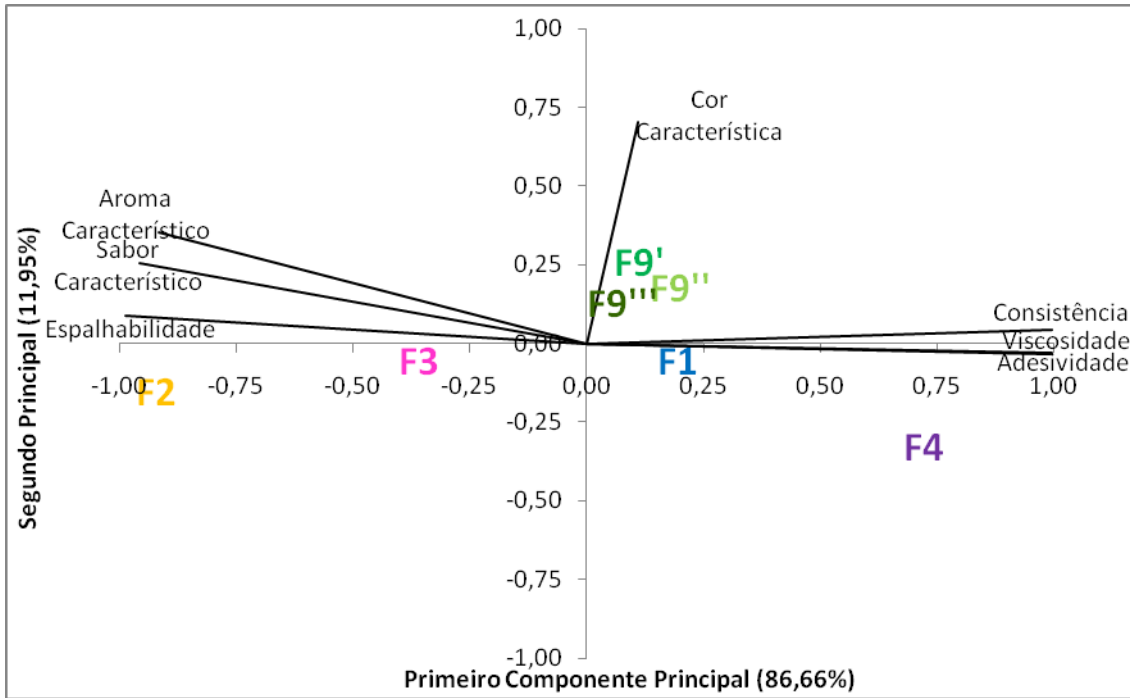
Configuração Espacial das Formulações e dos Atributos na Análise de Componentes Principais (ACP)

Para que fosse possível realizar uma comparação entre as configurações espaciais da análise descritiva modificada e da Análise descritiva quantitativa, procedeu-se a uma nova análise de componentes principais para os dados da ADQ, considerando apenas as formulações que também foram avaliadas pela ADM, ou seja, F1, F2, F3, F4 e F9 (Figura 5-b).

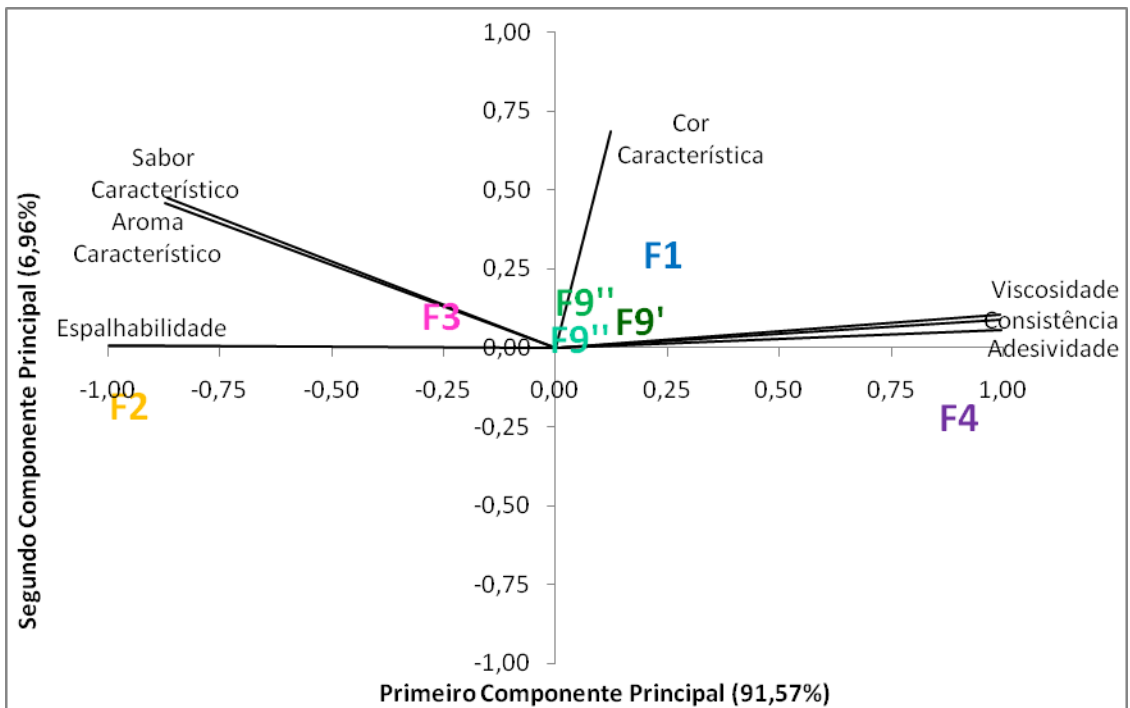
A Figura 5 ilustra a configuração espacial das formulações e dos descritores sensoriais obtidas por meio da avaliação dos dados da análise descritiva modificada (a) e por meio da análise descritiva quantitativa (b).

Como pode-se observar as configurações espaciais das formulações e dos descritores sensoriais, obtidas pela ADM e pela ADQ, são muito semelhantes, uma vez que há apenas um pequeno deslocamento das formulações e dos vetores, mas como o primeiro componente principal explica mais que 70% da variação dos dados em ambas as análises, este deslocamento não gerou modificação na descrição sensorial dos produtos.

Resultado semelhante foi encontrado por Cartier (2006) ao comparar, por meio da ACP, os dados obtidos pelo método de classificação utilizando julgadores não treinados com os dados da ADQ, utilizando julgadores treinados. Richter (2006) também verificou semelhança entre as configurações espaciais, geradas pela Análise multivariada Procrustes Generalizada, das formulações de pudim de chocolate quando avaliadas por julgadores treinados (ADQ) e não treinados (ADO).



(a) Análise descritiva modificada (ADM)



(b) Análise descritiva quantitativa (ADQ)

Figura 5. Configuração espacial das formulações de requeijão e dos descritores sensoriais.

4.2.2 Comparações quantitativas

Os valores do coeficiente de correlação entre as metodologias (ADM e ADQ) para cada um dos atributos avaliados estão ilustrados na Tabela 9.

Tabela 9. Correlação entre os escores sensoriais obtidos pelas metodologias descritivas (ADM e ADQ).

ATRIBUTOS SENSORIAIS	r	p-valor
Cor Característica	0,8270	0,0217*
Consistência	0,9627	0,0005*
Espalhabilidade	0,9872	0,0001*
Aroma Característico	0,9472	0,0012*
Sabor Característico	0,9190	0,0034*
Viscosidade	0,9705	0,0002*
Adesividade	0,9642	0,0005*

r: coeficiente de correlação; p-valor: nível de probabilidade; * significativo a 10% de probabilidade.

Verifica-se que houve correlação significativa entre as metodologias para todos os atributos ($p < 0,10$), indicando que os dados de descrição sensorial obtidos pelo método proposto neste trabalho (ADM) e pelo método convencional (ADQ) apresentaram semelhança na distribuição dos escores sensoriais para todos os atributos.

A Tabela 10 representa as estatísticas t de *Student* e seus respectivos níveis de significância, para cada atributo sensorial.

O teste t para amostras pareadas demonstrou não haver diferença significativa entre os dados de descrição sensorial da análise descritiva modificada (ADM) e da análise descritiva quantitativa (ADQ), ou seja, os escores obtidos pelo novo método são estatisticamente iguais aos escores obtidos pelo método tradicional (ADQ), indicando que o perfil sensorial dos requeijões obtido pela ADM é estatisticamente igual ao perfil obtido pela ADQ.

Tabela 10. Estatísticas t de *Student* para os escores médios obtidos pelas metodologias descritivas (ADM e ADQ).

ATRIBUTOS SENSORIAIS	t	p-valor
Cor Característica	0,32	0,7604
Consistência	1,19	0,2795
Espalhabilidade	1,38	0,2167
Aroma Característico	1,69	0,1412
Sabor Característico	0,16	0,8758
Viscosidade	0,30	0,7739
Adesividade	1,36	0,2236

t: estatística t de *student*, p-valor: nível de probabilidade.

5. CONCLUSÃO

A metodologia proposta permitiu a obtenção da descrição sensorial dos requeijões de forma muito semelhante à análise descritiva quantitativa (ADQ), sem realizar o treinamento dos julgadores. A análise descritiva modificada (ADM) apresenta potencial para descrever de forma quantitativa os atributos sensoriais dos alimentos, reduzindo o tempo e o custo do teste sensorial e, de forma paralela, também se mostrou como uma alternativa para a redução da interação dos efeitos amostra*julgador.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, G.M. **Influência da suplementação sobre características físico-químicas e sensoriais do leite de vaca sindi, mantidas a pasto.** 2007. 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

BERNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W.G.; BOLINI, H.M.A. Quantitative Descriptive Analysis of Wines Produced From Niágara Rosada and Bordô Grapes. **Brazilian Journal of Food Technology.** v. 10, n. 2, p. 122-129, abr./jun. 2007.

BLEIBAUM, R.N.; STONEA, H.; TANB, T.; LABRECHEB, S.; SAINT-MARTIN, E.; ISZ, S. Comparison of sensory and consumer results with electronic nose and tongue sensors for apple juices. **Food Quality and Preference.** v. 13, p. 409–422, 2002.

CARDELLO, H.; FARIA, J.B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciênc. Tecnologia de Alimentos.** vol.18, n.2, pp. 169-175, 1998.

CARDELLO, H.; FARIA, J.B. Sensory Profile and Physicochemical Characteristics of Commercial Brazilian Sugar Cane Spirits, Both Aged and Non-Aged. **Brazilian Journal of Food Technology.** v. 3, p. 31-40, 2000.

CARNEIRO, R.C.V.; MINIM, V.P.R.; CERESINO, E.B.; VIDIGAL, M.C.T.R.; ROCHA, R.A.; MINIM, L.A. Análise descritiva por ordenação de doce de leite diet. **XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos,** 2008.

CARTIER, R.; RITZ, A.; LECOMTE, A.; POBLETE, F.; KRYSTLIK, J.; BELIN, E.; MARTIN, N. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. **Food Quality and Preference.** v.17, p.562–571, 2006.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de Laboratório de Alimentos e Bebidas.** Viçosa, MG. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2005. p. 12.

CIVILLE, G. V., SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, 4, 204–223, 1973.

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología Alimentaria**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DELLA LUCIA, S. M., GOMES, E. D., NACHTIGALL, A. M., CAVALCANTE, J. F. M., MINIM, V.P.R. Perfil sensorial de doce de leite pastoso. **Revista do Instituto Candido Tostes**. Juiz de Fora, v. 58, n. 335, p.21 - 26, 2003.

DELLA MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**: geral. EMBRAPA-CTAA. Rio de Janeiro. t.1.1994. 115 p.

DELLA TORRE, J.C.M.; RODAS, M.A.B.; BADOLATO, G.G.; TADINI, C.C. **Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado e minimamente processado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, maio-agosto, 2003.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 123 p. Curitiba: Champagnat, 1996.

FERREIRA, S. M. R. **Controle da qualidade em sistema de alimentação coletiva I**. 1 ed. São Paulo: Varela, 2002. 178p.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. Revista Política Hoje, v. 18, n. 1, 2009.

FREITAS, M.Q. **Caracterização e aceitação sensorial de mortadelas produzidas com carne mecanicamente separada de frango**. 2002, 114p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Tese -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GACULA, M. C. **Descriptive sensory analysis in practice**. Trumbull, CT: Food and Nutrition, 1997.

GARRUTI, D.S.; BRITO, E.S.; BRANDÃO, T.M.; UCHÔA Jr., P. SILVA, M.A.A.P. Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 434 – 440, set/dez, 2003.

GILLETTE, M. Applications of descriptive analysis. **Journal of Food Protection**. v. 47, p. 403-409, 1984.

HUNTER, E. A., & McEWAN, J. A. Evaluation of an international ring trial for sensory profiling of hard cheese. **Food Quality and Preference**, 343–354, 1998.

ISHII, R.; CHANG, H.; O'MAHONY, M. A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute protocols for simple descriptive analysis with untrained judges. **Food Quality and Preference**. v.18, p. 440–449, 2006.

LARMOND, E. **Laboratory methods for sensory evaluation of food**. Ottawa: Agriculture Canada, 73p, 1997.

LEIGHTON, C.S.; SCHÖNFELDT, H.C. KRUGER, R. Quantitative descriptive sensory analysis of five different cultivars of sweet potato to determine sensory and textural profiles. **Journal of Sensory Studies**. v. 25, p. 2–18, 2010.

MEILGAARD, M. C., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**, 4 ed. Boca Raton, FL: CRC, 2006.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial – Estudo com Consumidores**. Viçosa, M.G. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 225p, 2006.

MONROZIER, R.; DANZART, M. A quality measurement for sensory profile analysis: The contribution of extended cross-validation and resampling techniques. **Food Quality and Preference** , v.12, p. 393–406, 2001.

MURRAY, J. M., DELAHUNTY, C. M. Selection of standards to reference terms in a Cheddar cheese flavour language. **Journal of Sensory Studies**, v.15, n.2, 179–199, 2000.

MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

O'NEILL, L.; NICKLAUS, S.; SAUVAGEOT, F. A matching task as a potential technique for descriptive profile validation. **Food Quality and Preference**. v.14, p. 539–547, 2003.

REIS, R.C. **logurte “light” sabor morango: equivalência de doçura, caracterização sensorial e impacto da embalagem na intenção de compra do consumidor**. 2007. 134p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

RIBEIRO. M. M. **Desenvolvimento e Caracterização Sensorial De logurte Diet Sabor Morango Enriquecido Com Concentrado Protéico de Soro**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG.

RICHTER, V. B. **Desenvolvimento de uma técnica descritiva por ordenação**. Londrina: UEL. 2006. 74p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina – MG.

ROCHA, F. L., MINIM, V. P. R., LUCIA, F. D., MINIM, L. A., COIMBRA, J. S. R. Avaliação da influência dos milhos QPM nas características sensoriais de bolo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.23, n.2, p.129 - 134, 2003.

RODRIGUE, N.; GUILLET, M.; FORTIN, J.; MARTIN, J.F. Comparing information obtained from ranking and descriptive tests of four sweet corn products. **Food Quality and Preference**, v.11, n. 1, p. 47-54, 2000.

SAMPAIO, C.R.P.; FERREIRA, S.M.R.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.20, 9.95-106, jan-mar, 2009.

SANTANA, L.R.R.; SANTOS, L.C.S.; NATALICIO, M.A.; MONDRAGON-BERNAL, O.L.; ELIAS, E.M.; SILVA, C.B.; ZEPKA, L.Q.; MARTINS, I.S.L.; VERNAZA, M.G.; CASTILLO-PIZARRO, C.; BOLINI, H.M.A. **Perfil sensorial de iogurte light, sabor pêssego**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, jul-set, 2006.

SAWYER, F. M., STONE, H., ABPLANALP, H., STEWART, G. F. Repeatability estimates in sensory panel selection. **Journal of Food Science**, 27, 386–393, 1962.

SCHEID, G. A. **Avaliação Sensorial e Físico-Química de Salame Tipo Italiano com Diferentes Concentrações de Cravo-da-Índia (*Eugenia***

caryophyllus). 2001. 83p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa - MG.

SILVA, M.P.A.; DAMÁSIO, M.H. Análise sensorial descritiva. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”. Campinas, 1994. 58p.

SOUKOULIS, C.; TZIA, C. Response surface mapping of the sensory characteristics and acceptability of chocolate ice cream containing alternate sweetening agents. **Journal of Sensory Studies**. v.25, p. 50–75, 2010.

SPADOTI, L.M.; DORNELLAS, J.R.F.; ROIG, S.M. Avaliação sensorial de queijo prato obtido por modificações do processo tradicional de fabricação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, out-dez, p.705-712, 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's procedures guide**. Version 9, Cary: SAS Institute, Inc 1989. 2v. Licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

STONE, H.; SIDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic, 3. ed., 394p, 2004.

SULMONT, C., LESSCHAEVE, I., SAUVAGEOT, F., ISSANCHOU, I. Comparative training procedures to learn odour descriptors: effects on profiling performance. **Journal of Sensory Studies**, v.14, p. 467–490, 1999.

VIDIGAL, M.C.T.R. **Caracterização reológica e sensorial de sobremesa láctea diet contendo concentrado protéico de soro**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

CONCLUSÃO GERAL

Os efeitos dos teores de gordura e água nas propriedades sensoriais e reológicas de requeijão *light* adicionado de CPS foram avaliados e modelados estatisticamente.

A faixa de intensidade dos atributos sensoriais e reológicos que apresentaram contribuição para a aceitabilidade sensorial do requeijão *light* foi determinada, possibilitando o desenvolvimento de novas formulações de requeijão que atendam às expectativas dos consumidores.

As medidas reológicas apresentaram correlação com as propriedades de textura determinadas sensorialmente, indicando que a textura sensorial do requeijão pode ser avaliada por medidas instrumentais, facilitando a obtenção das características de qualidade.

A redução do teor de gordura em requeijão deve ser aliada ao aumento do teor de água do produto final para que ocorra um equilíbrio na textura do requeijão. Assim, diferentes combinações de gordura e água produziram requeijões com características sensoriais e reológicas semelhantes, mostrando a relevância deste estudo.

A metodologia descritiva proposta nesta dissertação se apresentou como uma excelente alternativa para a descrição sensorial de alimentos, possibilitando a descrição quantitativa dos atributos sem o treinamento prévio dos julgadores.

ANEXOS

ANEXO I – Resumo das análises de variâncias das propriedades sensoriais e reológicas do requeijão *light* adicionado de CPS

Quadro 1. Resumo da análise de variância da tensão inicial dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	378822,3060*
Resíduo	2	1,1630

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 2. Resumo da análise de variância da viscosidade aparente dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	3579,9473*
Resíduo	2	82,6987

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 3. Resumo da análise de variância do componente elástico dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	26331363,4000*
Resíduo	2	118384,0000

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 4. Resumo da análise de variância do componente viscoso dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	3304420,5100*
Resíduo	2	3603,0000

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 5. Resumo da análise de variância da $\tan \delta$ dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	0,9192*
Resíduo	2	0,0137

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 6. Resumo da análise de variância da firmeza instrumental dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	0,9333*
Resíduo	2	0,0002

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 7. Resumo da análise de variância da gomosidade instrumental dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	0,4740*
Resíduo	2	0,0006

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 8. Resumo da análise de variância da mastigabilidade instrumental dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	24,0713*
Resíduo	2	0,0112

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 9. Resumo da análise de variância da coesividade instrumental dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	0,6068*
Resíduo	2	0,0003

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 10. Resumo da análise de variância da elasticidade instrumental dos requeijões para a temperatura de 10° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	10,7054*
Resíduo	2	0,0156

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 11. Resumo da análise de variância da tensão inicial dos requeijões para a temperatura de 25° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	125821,9950*
Resíduo	2	223,8530

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 12. Resumo da análise de variância da viscosidade aparente dos requeijões para a temperatura de 25° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	280,4001*
Resíduo	2	5,5714

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 13. Resumo da análise de variância do componente elástico dos requieijões para a temperatura de 25° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	10459216545,0000*
Resíduo	2	416160000,0000

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 14. Resumo da análise de variância do componente viscoso dos requieijões para a temperatura de 25° C.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	642694762,0000*
Resíduo	2	13432225,0000

* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 15. Resumo da análise de variância da $\tan \delta$ dos requieijões para a temperatura de 25° C.

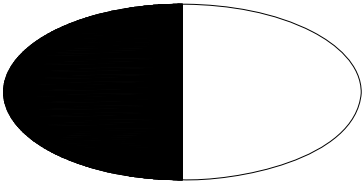

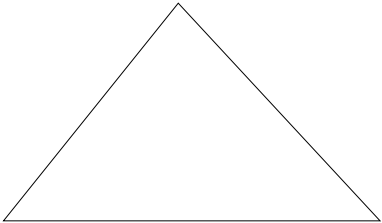
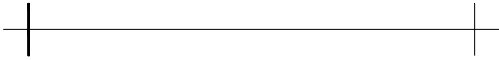
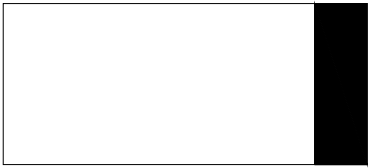
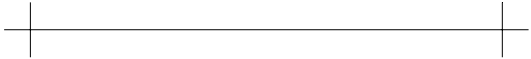
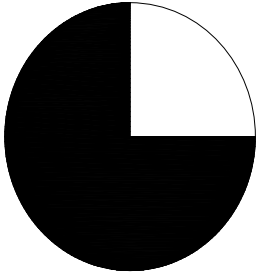

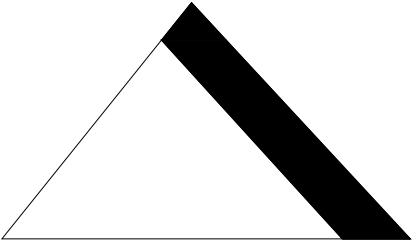
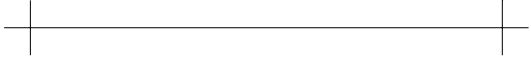
Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	8	0,0042*
Resíduo	2	0,0001

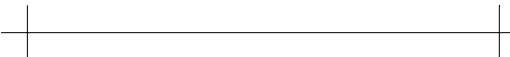
* significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F.

ANEXO II – Questionário de recrutamento de julgadores

RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES				
Neste momento, o Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos - UFV necessita formar uma equipe treinada de degustadores. Se você deseja participar desta equipe, por favor, preencha este formulário e retorne-o a Secretaria de Pós-graduação com a Geralda. Se tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em nos contatar.				
Nome:				
e-mail:				
Faixa etária:	()15-20	()21-30	()31-40	()41-50 ()51-60
Endereço:				
Telefone	Residêncial:		Celular:	
Horários e dias da semana em que trabalha ou tem aula:				
2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
1-Indique o quanto você aprecia esse produto:				
Requeijão	() Gosto	() Nem gosto/Nem desgosto	() Desgosto	
2 - Cite alimentos e/ou ingredientes que você desgosta muito:				
3 - Cite um alimento que seja condimentado:				
4- Cite um alimento que seja cremoso:				
5- Cite um alimento que seja consistente:				
6-Cite um alimento que seja suculento :				
7-Marque na linha à direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar).				

Exemplos:

	<p>Nenhuma Toda</p> 
	<p>Nenhuma Toda</p> 
<p style="text-align: center;">Agora é a sua vez:</p>	
	<p>Nenhuma Toda</p> 
	<p>Nenhuma Toda</p> 
	<p>Nenhuma Toda</p> 

<table border="1"> <tr> <td></td> <td style="background-color: black;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>					<p>Nenhuma Toda</p> 
<p>8- Especifique e explique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde.</p>					
<p>9- Você se encontra em dieta por razões de saúde? Em caso de saúde explique, por favor.</p>					
<p>10- Você está tomando alguma medicação que poderia influir em sua capacidade de perceber odores e sabores? Em caso positivo, explique, por favor.</p>					
<p>11- Indique se você possui:</p>	<p>Sim</p>	<p>Não</p>			
<p>Diabetes</p>	<p>()</p>	<p>()</p>			
<p>Hipoglicemia</p>	<p>()</p>	<p>()</p>			
<p>Alergia a alimentos</p>	<p>()</p>	<p>()</p>			
<p>Hipertensão</p>	<p>()</p>	<p>()</p>			
<p>Enxaqueca</p>	<p>()</p>	<p>()</p>			
<p>Doenças bucais</p>	<p>()</p>	<p>()</p>			
<p>Dentadura</p>	<p>()</p>	<p>()</p>			
<p>Obrigada por sua colaboração!</p>					
<p>Prof^ª. Valéria Paula Rodrigues Minim 3899-1623</p>	<p>Rita de Cássia Navarro (31) 8854-6190</p>				
<p style="text-align: center;">Laboratório de Análise Sensorial 3899-1807 ou 3899-3810</p>					