

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL

**CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA E SENSORIAL DE SOBREMESA
LÁCTEA DIET CONTENDO 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
2009

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL

**CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA E SENSORIAL DE SOBREMESA
LÁCTEA DIET CONTENDO CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO**

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

APROVADA: 16 de fevereiro de 2009.

Prof. Luis Antônio Minim
(Co-Orientador)

Prof. Afonso Mota Ramos
(Co-Orientador)

Prof^a. Nilda de Fátima Ferreira Soares

Prof. João de Deus Souza Carneiro

Prof^a. Valéria Paula Rodrigues Minim
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir que meus sonhos se tornem realidade.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Valéria Paula Rodrigues Minim pela orientação, confiança durante a realização deste trabalho, amizade e ensinamentos que muito contribuíram para a minha formação. Obrigada por ter acreditado em mim!

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

Ao professor Afonso Mota Ramos, pelas sugestões e ensinamentos e pela disponibilização do laboratório.

A professora Nilda de Fátima Ferreira Soares por ter me dado a primeira oportunidade como “pesquisadora”, pela amizade, disponibilização do laboratório de embalagens e participação na banca de defesa de tese.

Ao professor João de Deus pela participação na banca de defesa de tese.

À equipe de trabalho: Liliane, Renata, Luiz Paulo, Rita, Inês e Aline pelo fundamental apoio no desenvolvimento do experimento.

A minha estagiária Elaine, muito obrigada pelos dias inteiros dedicados as minhas análises e amizade.

A todos os funcionários do DTA que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

As empresas Itambé, Griffith e Aroma Duas Rodas pela doação de ingredientes.

Aos provadores: Amanda, Érika, Geany, Laura, Leandro, Moisés, Talita, Thaís e Priscila, que dedicaram com carinho à realização das análises sensoriais, meus sinceros agradecimentos.

As amigas de pós-graduação Ana Clarissa, Emiliane, Érika, Manoela, Marília e Paula pelo carinho, companheirismo, convivência e ajuda fundamental.

À Mayra pelo apoio nas análises reológicas e amizade.

À Geany pela amizade, cumplicidade e apoio sempre.

As amigas Ana Paula, Flávia e Sandra pela amizade sincera.

Aos meus pais, Sãozinha e Nazinho, pelo amor, incentivo e por não medirem esforços para me ver feliz, minha eterna gratidão. A minha irmã Marcély por sempre estar ao meu lado e me ajudar nos momentos mais difíceis. Ao meu irmão Éverton, pela amizade e carinho. Amo vocês!!!

Aos meus avós, Dote, Maria e Herane, pelo incentivo, orações e palavras serenas. A todos meus tios/tias e primos/primas pelos almoços de domingo, pelo apoio e amizade.

Ao Leonardo, meu amor, pela amizade, companheirismo, incentivo, por acreditar no meu sonho e fazer parte dele. Obrigada por ser meu porto seguro. A Júlia pelo sorriso, carinho e olhar doce. Pelas noites em claro e por sempre cooperar nos dias de prova e de muito trabalho. Mesmo sem entender, me deu força e coragem para vencer todos os desafios. Mamãe te ama muito!

BIOGRAFIA

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL, filha de Ananias Vicente Ribeiro e Maria da Conceição Teixeira Ribeiro, nasceu em 12 de agosto de 1981, em Viçosa, Minas Gerais.

Iniciou seus estudos na Escola Estadual Coronel Antônio Faustino Duarte – Paula Cândido/MG, em 1986. Em 1993, transferiu-se para a Escola Estadual Prof. Samuel João de Deus. Em 1997 estudou no Colégio Universitário-COLUNI de Viçosa, onde concluiu o ensino médio.

Em março de 2001, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. Em setembro de 2003 foi contemplada com a bolsa CAPES/BRAFITEC para a realização de um ano de estudos na École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires - Institut National Polytechnique de Lorraine. Em outubro de 2006 graduou-se em Engenharia de Alimentos pela UFV.

No março de 2007, iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, concluindo em fevereiro de 2009.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Flan	3
2.2. Concentrado protéico de soro de queijo.....	5
2.3. Avaliação instrumental da textura.....	8
2.3.1. Reologia.....	8
2.3.2. Análise do Perfil de Textura (TPA).....	11
2.4. Avaliação sensorial	14
2.4.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).....	15
2.4.2. Aceitação	16
2.5. Correlação instrumental e sensorial.....	16
3. MATERIAIS E METODOS.....	18
3.1. Planejamento Experimental.....	18
3.2. Elaboração da sobremesa	18
3.3. Análise de pH.....	19
3.4. Análise Instrumental.....	19
3.4.1. Análise de cor	19
3.4.2. Análise do Perfil de Textura (TPA).....	20
3.4.3. Análise reológica	20
3.4.3.1. Caracterização tixotrópica	21
3.4.3.2. Caracterização do comportamento reológico de escoamento.....	22
3.5. Análise sensorial.....	23
3.5.1. Análise Descritiva Quantitativa	23
3.5.1.1. Recrutamento de provadores.....	23
3.5.1.2. Pré-seleção	23
3.5.1.3. Levantamento dos termos descritivos.....	24
3.5.1.4. Treinamento e seleção dos provadores.....	26

3.5.1.5. Avaliação das amostras.....	26
3.5.1.6. Análise dos resultados.....	26
3.5.2. Teste de aceitação.....	27
3.6. Correlação entre medidas sensorial e instrumental.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Análise de pH.....	30
4.2. Análise Instrumental.....	30
4.2.1. Análise de cor.....	30
4.2.2. Análise de perfil de textura (TPA).....	35
4.2.3. Análise reológica.....	42
4.2.3.1. Caracterização tixotrópica.....	42
4.2.3.2. Caracterização do comportamento de escoamento do fluido.....	47
4.3. Análise Descritiva Quantitativa.....	51
4.3.1. Recrutamento e pré-seleção dos provadores.....	51
4.3.2. Levantamento dos termos descritivos.....	52
4.3.3. Seleção dos provadores.....	55
4.4.4. Avaliação final das amostras.....	58
4.4. Teste de Aceitação.....	62
4.4.1. Mapa de preferência interno quanto à textura.....	63
4.4.2. Mapa de preferência interno quanto à impressão global.....	66
4.5. Correlação entre medidas instrumental e sensorial.....	68
5. CONCLUSÕES.....	71
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva típica de Análise de Perfil de Textura (TPA)	12
Figura 2 - Modelo da ficha resposta utilizada para seleção de provedores	24
Figura 3 - Modelo de ficha hedônica de 9 pontos	28
Figura 4 - Variação das diferentes concentrações de CPS nos parâmetros de cor das sobremesas lácteas. (a) L^* , (b) a^* , (c) b^* , (d) h^* e (e) C^*	32
Figura 5 - Análise de Componente Principal dos parâmetros de cor instrumental das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.	34
Figura 6 - Perfil de textura instrumental para as sobremesas lácteas. (a) Controle, (b) CPS1,5, (c) CPS3,0 e (d) CPS4,5.	36
Figura 7 - Variação da concentração de CPS nos parâmetros de textura instrumental das sobremesas lácteas. (a) Firmeza, (b) Elasticidade, (c) Mastigabilidade e (d) Gomosidade.	38
Figura 8 - Análise de Componente Principal dos parâmetros de textura instrumental das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.	40
Figura 9 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Weltman para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de $10^{\circ}C$. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	43
Figura 10 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Weltman para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de $25^{\circ}C$. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	43
Figura 11 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Figoni & Shoemaker para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de $10^{\circ}C$. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	44
Figura 12 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Figoni &	

Shoemaker para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 25°C. (♦ controle, ▲CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	44
Figura 13 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Casson para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 10°C. (♦ controle, ▲CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	48
Figura 14 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Casson para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 25°C. (♦ controle, ▲CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	48
Figura 15 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Hershel-Bulkley para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 10°C. (♦ controle, ▲CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	49
Figura 16 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Hershey-Bulkley para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 25°C. (♦ controle, ▲CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).	49
Figura 17 - Modelo da ficha da ADQ empregada no teste preliminar e na avaliação final das amostras.	54
Figura 18 - Análise de Componentes Principais dos atributos sensoriais para as amostras de sobremesa láctea com diferentes concentrações de CPS.	60
Figura 19 - Mapa de Preferência Interno para as quatro formulações de sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS em relação à textura.	65
Figura 20 - Mapa de Preferência Interno para as quatro formulações de sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS em relação à impressão global.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição típica de alguns Concentrados protéicos de soro (CPS) em pó.....	6
Tabela 2 - Equação constitutiva para alguns modelos reológicos e os valores de τ_o , k e n.	9
Tabela 3 - Definições instrumentais, físicas e sensoriais dos parâmetros do perfil de textura.	13
Tabela 4 - Lista prévia para o levantamento de termos descritivos.	25
Tabela 5 - Valores médios e o desvio padrão dos parâmetros instrumental de cor das sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.	31
Tabela 6 - "Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os parâmetros de cor e os dois primeiros componentes principais.	35
Tabela 7 - Valores médios e o desvio padrão das propriedades de textura das sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.	37
Tabela 8 - "Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os parâmetros de textura instrumental e os dois primeiros componentes principais.....	41
Tabela 9 - Valores médios para os parâmetros A e B segundo modelo de Weltman para as sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.	45
Tabela 10 - Valores médios para os parâmetros segundo modelo de Figoni & Shoemaker para as sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.	46
Tabela 11 - Valores dos parâmetros reológicos para as quatro formulações de sobremesa lácteas segundo o modelo de Casson.....	50
Tabela 12 - Valores dos parâmetros reológicos para as quatro formulações de sobremesa lácteas segundo o modelo de Herschel-Bulkley.	51
Tabela 13 - Atributos, definições e padrões de referência para as sobremesas tipo flan.....	53

Tabela 14 - Níveis de probabilidade de FAMOSTRA dos provadores para os atributos sensoriais da sobremesa láctea tipo flan.....	56
Tabela 15 - Níveis de probabilidade de FREPETIÇÃO dos provadores para os atributos sensoriais da sobremesa láctea tipo flan.....	57
Tabela 16 - Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de sobremesa láctea.	59
Tabela 17 - "Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais.	61
Tabela 18 - Porcentagem de aprovação, indiferença e rejeição das quatro formulações de sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS em relação à textura e impressão.	63
Tabela 19 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre os parâmetros de cor instrumental e sensorial.	68
Tabela 20 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre consistência sensorial e os parâmetros reológicos a 10°C e 25°C.	69
Tabela 21 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre os parâmetros de textura instrumental (TPA) e consistência sensorial.....	70

RESUMO

VIDIGAL, Márcia Cristina Teixeira Ribeiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Caracterização reológica e sensorial de sobremesa láctea diet contendo concentrado protéico de soro.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-Orientadores: Luis Antônio Minim e Afonso Mota Ramos.

A adição de concentrado protéico de soro em sobremesas lácteas sem gordura é uma alternativa para os consumidores que buscam produtos com redução calórica, além de conter proteínas de alto valor nutricional. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da adição de concentrado protéico de soro (CPS) em sobremesas lácteas tipo flan sem gordura, e avaliá-las em relação à cor e textura instrumentais, perfil sensorial e aceitabilidade. Estudou-se também a correlação entre medidas instrumentais e sensoriais. Foram desenvolvidas e processadas quatro formulações de sobremesa láctea sem gordura com diferentes concentrações de CPS, 0% (controle), 1,5%, 3,0% e 4,5% de CPS (CPS1,5, CPS3,0 e CPS4,5), respectivamente. A cor instrumental das amostras de flan foi avaliada e os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde), b^* (componente amarelo-azul), h^* (tonalidade cromática) e C^* (croma ou índice de saturação) foram obtidos. A textura instrumental foi avaliada por TPA e reologia. As propriedades reológicas foram determinadas a temperatura de 10°C e 25°C. As formulações desenvolvidas foram caracterizadas sensorialmente por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). A aceitação das sobremesas diet foi avaliada por 94 consumidores e os resultados analisados por meio da técnica Mapa de Preferência Interno. Os resultados obtidos para todos os parâmetros de cor indicaram diferença significativa ($p < 0,0001$) entre as amostras. As amostras contendo 3,0% e 4,5% de CPS foram as mais escuras e amareladas. Em relação à textura instrumental, as formulações adicionadas de CPS (CPS1,5, CPS3,0 e CPS4,5) apresentaram maior firmeza, elasticidade, mastigabilidade e gomosidade em relação a amostra controle. As formulações apresentam comportamento tixotrópico e o modelo cinético proposto por Fighi & Shoemaker foi o que melhor se ajustou

aos dados experimentais. Para a caracterização tixotrópica, os parâmetros τ_{oi} - τ_e (quantidade de estrutura degradada durante o cisalhamento) e K_i (velocidade de degradação estrutural) foram obtidos. O modelo de Herschel-Bulkley descreveu adequadamente o comportamento de escoamento das sobremesas lácteas e foram determinados os valores de tensão inicial (τ_0), índice de consistência (k_H), índice de comportamento do escoamento (n_H) e viscosidade aparente a taxa de deformação $10s^{-1}$ (η_{10}). Os valores de τ_{oi} - τ_e , τ_0 e η_{10} aumentaram com o acréscimo do CPS. Os atributos levantados na ADQ para avaliação das sobremesas foram: cor, firmeza, resistência ao corte, brilho, consistência, gomosidade, aroma e sabor de baunilha. As amostras diferiram entre si ($p < 0,0001$) pelo teste F em relação todos os atributos avaliados. As formulações contendo 3,0 e 4,5% de CPS apresentaram maior intensidade de todos os atributos de aparência, textura, sabor e aroma. As formulações CPS1,5 e CPS3,0 foram as mais aceitas, evidenciando que a utilização do CPS nestas concentrações favoreceu a aceitabilidade do produto, proporcionando características de textura, sabor e aroma agradáveis aos consumidores. Todos os parâmetros instrumentais de cor correlacionaram com a cor sensorial. Os parâmetros de escoamento do fluido, τ_0 , k_H e η_{10} , os parâmetros tixotrópicos, τ_{oi} - τ_e e K_i e a firmeza instrumental (TPA) correlacionaram-se com consistência sensorial. A correlação entre medidas instrumental e sensorial fornece informações práticas durante o desenvolvimento e controle de qualidade de alimentos uma vez que os parâmetros instrumentais são obtidos mais facilmente. Com os dados obtidos acima pode-se concluir que as concentrações de 1,5% e 3,0% de CPS melhoram a textura, sabor e aroma da sobremesa láctea sem gordura, e conseqüentemente favoreceram a aceitabilidade do produto.

ABSTRACT

VIDIGAL, Márcia Cristina Teixeira Ribeiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2009. **Rheological and sensory characterization of diet dairy desserts with whey protein concentrate**. Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-Advisers: Luis Antônio Minim and Afonso Mota Ramos.

Addition of whey protein concentrate in non-fat dairy desserts is an alternative for consumers seeking low-calorie products, in addition to contain high nutritional value proteins. The objective of this work was to study the effect of whey protein concentrate (WPC) addition in non-fat dairy desserts, correlate instrumental and sensory measures and evaluate product acceptability. Four formulations of dairy dessert without fat were developed with different concentrations of WPS (0% (control), 1.5% (WPC1.5), 3.0% (WPC3.0) and 4.5% (WPC4.5)). The instrumental color of flan samples was evaluated and the parameters L^* (brightness), a^* (red-green component), b^* (yellow-blue component), h^* (hue) and C^* (chroma) were obtained. The instrumental texture was evaluated by TPA and rheology. Rheological parameters were run at 10 and 25°C. The sensory characterization of samples was carried out through Quantitative Descriptive Analysis (ADQ). The acceptance of the four samples was evaluated by ninety four consumers. Data were analyzed by Internal Preferential Map. Significant differences ($p < 0.0001$) were detected in the values of the color parameters among the samples. Samples containing 3.0% and 4.5% of WPC were the darkest and yellowish. Concerning the instrumental texture, the formulations containing WPC (WPC1.5, WPC3.0 and WPC4.5) showed higher firmness, springiness, chewiness and gumminess values in relation to control sample. The samples showed time-dependent behavior and experimental data were fitted to the kinetic model proposed by Figoni & Shoemaker. The time-dependent parameters τ_e (shear stress equilibrium value which is reached after a long enough shear time), τ_o (initial shear stress), $\tau_e - \tau_o$ (the amount of break-down structure for shearing) and K_i (kinetic constant of structural destruction) were obtained. Experimental data of flow curves were fitted to Hershel-Bulkley model and yield stress (τ_o), flow index (n_H) and

apparent viscosity at 10s^{-1} (η_{10}) were obtained. The increase in WPC concentration raised the $\tau_e - \tau_o$, τ_o and η_{10} . The attributes obtained by QDA for evaluation of the desserts were: color, firmness, resistance to cut, shine, consistence, gumminess, aroma and vanilla flavor. Significant differences ($p < 0.0001$) were found among samples for all attributes. The formulations containing 3.0 and 4.5% of WPC showed higher intensity of all attributes of appearance, texture, flavor and aroma. Formulations with WPC1.5 and WPC3.0 were the most accept, confirming that addition of WPC in these concentrations favored the acceptability of the non-fat dairy dessert, providing characteristics of texture, flavor and aroma pleasant to the consumer. All instrumental color parameters correlated with the sensory color. Parameters of flow behavior τ_o , K_H and η_{10} , time-dependent parameters $\tau_e - \tau_o$ and K_i and instrumental firmness (TPA) were correlated with sensory consistency. The correlation between instrumental and sensory measures provides practical information during the development and quality control of foods since the instrumental parameters are more easily obtained. Data obtained in this study led to the conclusion that a WPC concentration of 1.5% and 3.0% of WPC were effective, improving texture, flavor and aroma of dairy desserts, and, therefore, encouraging acceptability.

1. INTRODUÇÃO

O soro, subproduto obtido durante a fabricação de queijos é uma mistura de proteínas, lactose e sais minerais, rico em aminoácidos essenciais e vitaminas. O soro resultante das indústrias de laticínios tem sido na sua maioria subutilizado e sua disposição final é um dos maiores problemas enfrentados por grande parte das indústrias de laticínios (FLORÊNCIO et al., 2008).

De modo geral, as proteínas do soro apresentam propriedades tecnológicas interessantes como solubilidade, formação de espuma, emulsificação, gelatinização, capacidade de reter água e excelente valor nutricional. A funcionalidade das proteínas do soro está associada à sua composição e ao seu grau de desnaturação (LIZARRAGA et al., 2006).

O Concentrado Protéico de Soro (CPS) tem se mostrado um ingrediente interessante, pois, além de possuir um apelo nutricional uma vez que apresenta elevada concentração de proteínas de alto valor biológico, favorece as propriedades de textura dos produtos, como a consistência e a viscosidade (RIBEIRO, 2008).

Ultimamente, as sobremesas lácteas prontas para consumo têm apresentado importante crescimento. Os ingredientes inovadores e os sistemas tecnológicos aplicados nas fábricas de laticínios têm proporcionado novas alternativas às sobremesas lácteas clássicas feitas em casa, permitindo a produção de sobremesas com novos sabores, com maior digestibilidade e maior valor nutritivo (NIKAEDO et al., 2004).

Na Europa, sobremesas lácteas semi-sólidas de diferentes aromas são muito consumidas. Seu valor nutricional e suas características sensoriais favorecem o consumo por alguns grupos de consumidores como crianças e idosos (TARREGA & COSTELL, 2007).

Nas últimas décadas, tem-se observado interesse no desenvolvimento de produtos com baixos teores de gordura ou sem gordura, em resposta a crescente demanda dos consumidores (GONZÁLEZ-TOMÁS et al., 2008). Desta forma, a adição de concentrado protéico de soro em sobremesas lácteas sem gordura seria uma alternativa para manter a aparência, textura, sabor e aroma, tornando o produto mais atrativo ao consumidor.

A qualidade e aceitação dos alimentos dependem da aparência, aroma, sabor e textura. A textura dos alimentos inclui propriedades mecânicas, sensações táteis, além de estímulos visuais e audíveis. As propriedades de textura são mais precisamente medidas por técnicas de análise sensorial que usam painéis treinados para detectar e avaliar atributos específicos de textura. Sendo assim, a textura é uma propriedade sensorial que não pode ser simplesmente medida por meio de testes analíticos (FOEGEDING, 2007).

Os métodos instrumentais constituem uma alternativa para a avaliação de textura, fornecendo dados instrumentais que podem estar relacionados com a descrição sensorial (LASSOUED et al., 2008). Porém, a correlação entre a percepção de textura sensorial com as propriedades mecânicas fundamentais não é uma tarefa simples.

Muitos métodos instrumentais têm sido desenvolvidos para determinar as propriedades de textura dos alimentos (BOURNE, 2002), merecendo destaque o Perfil de Textura Instrumental, que vem sendo aplicado com eficiência para uma gama de alimentos (PONS & FISZMAN, 1996). A Análise do Perfil de Textura Instrumental (TPA) simula as condições que o alimento é submetido ao longo do processo de mastigação (BOURNE, 1978).

As medidas instrumentais das propriedades reológicas também podem ser correlacionadas com a análise sensorial. Baseado nas medidas reológicas o processo de formulação do produto mudará para produzir um alimento final com parâmetros de textura desejáveis pelo consumidor (RAMOS, 1997).

A correlação entre medidas instrumentais e sensoriais fornece informações de uso prático no monitoramento e desenvolvimento de produtos. Portanto, fazem-se necessários estudos que correlacionam propriedades mecânicas e atributos de textura sensorial.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da adição de concentrado protéico de soro em sobremesas lácteas tipo flan sem gordura sabor baunilha, caracterizar a cor e textura das sobremesas por meio de técnicas instrumentais, avaliar o perfil sensorial das formulações desenvolvidas por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), avaliar a aceitabilidade do produto, bem como correlacionar medidas instrumentais e sensoriais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Flan

Sobremesas lácteas semi-sólidas são basicamente formuladas com leite, espessantes (amido e hidrocolóides), sacarose, aroma e corantes. Variações nas características dos ingredientes, conteúdo de gordura do leite, tipo e concentração de goma e hidrocolóides, aroma e corante, e as interações cruzadas produzirão diferenças nas propriedades físicas e sensoriais que podem influenciar a aceitabilidade destes produtos pelos consumidores (TARREGA & COSTELL, 2007).

No Brasil, não existe uma legislação específica com definição de padrões de identidade e qualidade para sobremesas lácteas.

A alta temperatura aplicada durante a preparação de sobremesas lácteas (20 min. a 90°C ou 3 min. a 120°C) pode induzir consideráveis mudanças na fração protéica do leite (VERBEKEN et al., 2006). Segundo Lucey et al. (1999), o tratamento térmico de leite adicionado de CPS promove a desnaturação das proteínas do soro, podendo haver uma interação entre β -lactoglobulina e κ -caseína, localizada na periferia da micela de caseína, por meio de interação tiol-dissulfídrica e com as próprias proteínas do soro presentes no leite.

Os produtos elaborados com sacarose geralmente se destacam em termos de aparência e sabor. Além do gosto doce, a sacarose aumenta a viscosidade do meio, conferindo textura adequada e estabilidade (CANDIDO & CAMPOS, 1996).

O espessante é definido como substância que aumenta a viscosidade de um alimento e o geleificante como substância que confere textura por meio da formação de gel. A finalidade do uso de gomas é melhorar e manter as características reológicas, tais como textura, viscosidade, consistência, aspecto e corpo do produto (DZIEZAK, 1991).

A goma carragena é um dos agentes formadores de gel mais comuns em sobremesas lácteas. As carragenas são um grupo de polissacarídeos naturais que têm a particularidade de formar colóides e géis em meios aquosos

a concentrações muito baixas. Segundo Nikaedo et al. (2004), esta goma aplicada a sobremesas lácteas apresenta as seguintes vantagens: baixa concentração de uso devido à sua alta reatividade com as proteínas do leite, principalmente com a k-caseína; uma ampla variedade de textura pode ser obtida em função do tipo e da fração de carragena usada; não mascaram o sabor do produto; dissolvem adequadamente a temperatura de 70°C; desenvolvem baixa viscosidade quando aquecidas, facilitando o processo de bombeamento.

Capron, Nicolai & Durand (1999) estudaram o efeito da adição de k-carragena na agregação induzida pelo aquecimento de β -lactoglobulina. O tempo de formação de gel da β -lactoglobulina em pH 7,0 foi altamente reduzido na presença de k-carragena.

Os amidos naturais ou modificados por via física ou enzimática não são considerados como aditivos alimentares, devendo ser adicionados na lista de ingredientes de acordo com a Portaria n° 540, de 27 de outubro de 1997, do Ministério da Saúde (ANVISA, 2008). São agentes formadores de gel e espessante. A dispersão de amido após atingir a temperatura de gelatinização forma gel ao esfriar. As moléculas de amido, assim como as proteínas do soro, alteram sua estrutura nativa quando aquecidas acima da temperatura crítica que permite a formação de gel. Portanto, a ativação térmica requerida para formar géis de amido e proteínas do soro possibilita a obtenção de um único gel da mistura de ambos (SHIM & MULVANEY, 2001).

Segundo Aguilera & Rojas (1996), a mistura de amido e proteínas do soro pode resultar na formação de um gel mais forte devido ao mecanismo sinérgico, ou seja, os componentes apresentam compatibilidade estrutural entre si. Deste modo, as sobremesas lácteas são formadas por um sistema composto por duas fases, uma fase contínua aquosa contendo amido e carragena e uma fase dispersa estabilizada por proteínas. (DE WIJK et al., 2003).

A formulação de alimentos com baixo teor de gordura ou sem gordura constitui um grande problema para a indústria de alimentos, já que a gordura possui múltiplas funções afetando a aparência, textura, sabor e especialmente o aroma do produto. O uso de substitutos de gordura em produtos lácteos visa

manter a palatabilidade sem comprometer importantes propriedades sensoriais dos alimentos (GONZÁLEZ-TOMÁS et al., 2008, PINHEIRO & PENNA, 2004).

As sobremesas lácteas são avaliadas sensorialmente em relação aos atributos de aparência, textura, sabor e aroma (ELMORE et al., 1999). Outros pesquisadores têm focado atributos específicos como cremosidade, consistência, viscosidade e firmeza (DE WIJK et al., 2003).

Alguns autores reportaram o efeito de alguns ingredientes nas propriedades de textura e o comportamento reológico de sobremesas lácteas (PARKER & TILLY, 2004; DE VRIES, 2002). Wischmann et al. (2002) estudaram o efeito da concentração de amido no comportamento reológico e na viscoelasticidade de alimentos modelos e observaram que as amostras apresentaram tempo-dependência e escoamento pseudoplástico e que a natureza viscoelástica era devido à estrutura geleificada.

2.2. Concentrado protéico de soro de queijo

O soro de queijo é um resíduo da indústria de laticínios de alto grau poluidor, devido a sua alta demanda bioquímica de oxigênio (GRASSELLI et al., 1997). Atualmente, o descarte de soro é uma das maiores preocupações desta indústria, considerando o cenário preocupante em relação à preservação do meio ambiente. A utilização do soro para fins alimentícios é uma alternativa para minimizar este problema.

O soro lácteo apresenta cor amarelo-esverdeada e é obtido pela coagulação do leite. Sua composição é de aproximadamente 93% de água, 5% de lactose, 0,9-0,7 % de proteínas, 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas (BEM-HASSAN & GHALY, 1994, TEIXEIRA et al., 2005).

O soro, de modo geral, representa de 85% a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos, retendo ao redor de 55% dos nutrientes do leite (ORDÓÑEZ, 2005; OLIVEIRA, 2006).

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 está aumentando gradativamente em razão de suas propriedades nutricionais e funcionais (anticarcinogênicas, reguladoras do sono, digestivas etc.) (USDEC, 2002).

As características nutricionais e funcionais das proteínas do soro estão relacionadas com a sua estrutura e função biológica. É importante ressaltar que as proteínas do soro têm uma alta digestibilidade e têm ótima eficiência metabólica. Além de conter todos os aminoácidos essenciais à alimentação humana, atendendo ou superando todas as exigências qualitativas e quantitativas estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde. Sendo, portanto, consideradas proteínas de alto valor biológico (PACHECO et al., 2005; USDEC, 2008).

Os concentrados protéicos de soro (CPS) são produtos derivados do soro do qual a água, minerais e lactose foram retirados. O processo de concentração envolve o uso de várias técnicas de separação como ultrafiltração, diafiltração, eletro-diálise e técnicas de troca iônica. CPS pode ser usado na forma fluida ou em pó. A composição típica de alguns CPSs pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - 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 Lático	2,8%	2,6%	2,2%	1,2%

Fonte: MILK INGREDIENTS (2008)

O uso de CPS como ingrediente em vários produtos alimentícios é baseado não somente em suas qualidades nutricionais, mas também é devido às suas propriedades funcionais e às características conferidas aos alimentos. O CPS 35 é comumente usado em leites desnatados para aumentar seu corpo, bem como para estabilizar e substituir gordura em iogurtes, misturas de

panificação, alimentos dietéticos e alimentos infantis. Já os CPS 50, 65 ou 80 são apropriados para uso em bebidas nutricionais, sopas, produtos de padaria, carnes, alimentos dietéticos, produtos de baixo conteúdo em gordura e em bebidas fortificadas. O CPS 80 desengordurado é uma excelente alternativa para uso em certas aplicações, como reposição de proteínas da clara do ovo em merengues, sorvetes e coberturas geladas (MILK INGREDIENTS, 2008).

As propriedades tecnológicas dos concentrados protéicos de soro, em sua maioria são associadas com as proteínas. Algumas destas propriedades são capacidade de ligar a água, espumabilidade, emulsificação, solubilidade, geleificação, desenvolvimento de viscosidade e escurecimento (LIZARRAGA et al., 2006; MACHADO, 2005; BRYANT & MCCLEMENTS, 1998).

A capacidade das proteínas do soro de formar géis estáveis, quando em solução, por meio do aquecimento é uma importante propriedade funcional. A reação inicial do processo de gelatinização envolve a desnaturação protéica, envolvendo o enfraquecimento e a quebra das pontes de hidrogênio e dissulfídicas, desestabilizando a conformação das proteínas. Em seguida, ocorre a polimerização das moléculas de proteínas formando uma estrutura tridimensional capaz de imobilizar o solvente através de ligações dissulfídicas inter-moleculares, interações hidrofóbicas e iônicas. A integridade física do gel é mantida pelo balanço das forças de atração e repulsão entre as moléculas de proteína e estas com o solvente circundante. As forças repulsivas são atribuídas às cargas na superfície protéica e as forças atrativas a vários grupos funcionais expostos durante a desnaturação da proteína (BOYE et al., 1995; ANTUNES, 2003).

As proteínas do soro apresentam desnaturação a temperaturas acima de 70°C, com exposição de SH e NH₂, sofrendo polimerização irreversível com a formação de ligações S-S inter-moleculares. Entre 75°C e 100°C, a gelificação ocorre em concentrações tão baixas como 80mg de CPS/ g H₂O, embora o gel formado seja muito suave comparado a aquele formado com alta concentração protéica. Os géis apresentam boa capacidade de retenção de água em pH abaixo de 4,0 e acima de 6,0 sem adição de sal (ELOFSSON et al., 1997)

As propriedades do gel são afetadas por fatores intrínsecos tais como a concentração e composição das proteínas, e fatores extrínsecos como temperatura de aquecimento, pH, força iônica e presença de outros

componentes, como amido, açúcares, lipídios, etc. (SHIM & MULVANEY, 2001; BOYE et al., 1995).

As proteínas derivadas do soro do leite estão entre os substitutos de gordura existentes no mercado. As proteínas são constituídas por partículas uniformes e esféricas, permitindo o deslizamento de uma partícula sobre as outras e oferece, durante a degustação, a sensação de cremosidade semelhante à da gordura (PINHEIRO & PENNA, 2004).

2.3. Avaliação instrumental da textura

2.3.1. Reologia

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). Nos estudos de reologia existem os fluidos denominados Newtonianos, quando a viscosidade do sistema independe da taxa de deformação aplicada e os não-Newtonianos, cuja viscosidade depende da taxa de deformação e que pode depender ou não do tempo de cisalhamento. Os comportamentos mais comuns de fluidos alimentícios não-newtonianos independentes do tempo são do tipo pseudoplástico, quando a viscosidade do material diminui com o aumento da taxa de deformação, e o Herschel-Bulkley, cujo comportamento é similar ao pseudoplástico, mas com tensão inicial (SATO & CUNHA, 2007).

Os modelos freqüentemente utilizados para descrever o comportamento não-Newtoniano são: Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Herschel-Bulkley, Bingham, Casson e Mizrahi-Berk. Na Tabela 2 encontra-se as equações constitutivas para alguns modelos reológicos normalmente utilizados e os valores dos parâmetros τ_0 (tensão inicial), k (índice de consistência) e n (índice de comportamento ao escoamento) para esses fluidos.

Tabela 2 - Equação constitutiva para alguns modelos reológicos e os valores de τ_0 , k e n.

Modelo	Equação	τ_0	K	n
Newton	$\tau = K \cdot \dot{\gamma}$	0	>0	1
Pseudoplástico – Ostwald-de-Walle	$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$	0	>0	0<n<1
Dilatante – Ostwald-de-Walle	$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$	0	>0	1<n< ∞
Casson	$\tau^{0,5} = \tau_0^{0,5} + K \cdot \dot{\gamma}^{0,5}$	>0	>0	0,5
Plástico de Bingham	$\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}$	>0	>0	1
Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + K_H \cdot \dot{\gamma}^n$	>0	>0	0<n< ∞

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. A viscosidade aparente desses fluidos, a uma taxa de cisalhamento constante, muda significativamente com o tempo. Os fluidos cujo comportamento reológico depende do tempo mais comuns são os tixotrópicos, para os quais a viscosidade aparente diminui com o tempo de cisalhamento. 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 com o tempo surge em resposta ao processo de cisalhamento contínuo resultando na degradação progressiva da estrutura da amostra (BASU et al., 2007). O movimento Browniano restaura a solução para sua condição original quando pouca ou nenhuma ruptura ocorre em fluidos recuperáveis (DEWAR & JOYCE, 2006).

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 & SHOEMAKER, 1981; DEWAR & JOYCE, 2006).

O método mais utilizado para caracterizar a tixotropia é aplicar uma taxa de deformação constante e estudar a variação da tensão de cisalhamento com o tempo, e ajustar os dados experimentais com os modelos que descrevem essa variação (PAGÁN & IBARZ, 1999). A modelagem do comportamento tixotrópico dos alimentos tem sido baseada em equações, tais como modelo de Weltman, modelo de Figoni & Shoemaker e modelo da cinética estrutural (RAZAVI & KARAZHIYAN, 2009).

O conhecimento do comportamento reológico de qualquer fluido é muito importante e está relacionada com as etapas na industrialização dos alimentos: engenharia de processos, controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos, avaliação sensorial e estrutura de alimentos. As propriedades de escoamento do fluido e de deformação dos alimentos são necessárias para conseguir um desempenho ótimo nas diferentes operações unitárias de transporte, concentração, evaporação, pasteurização, pulverizadores, mistura que compõem as distintas etapas do processo. A viscosidade contribui na determinação estrutural e composição dos alimentos, assim como para estimar as mudanças estruturais durante o processo de acondicionamento e elaboração. Também se pode correlacionar a microestrutura de um alimento com seu comportamento reológico, que permite o desenvolvimento de novos produtos. A viscosidade é utilizada na indústria como um dos parâmetros críticos no controle de qualidade do alimento. A medida contínua da viscosidade permite o controle das características de consistência e textura nas várias etapas do processo produtivo. As medidas instrumentais das propriedades reológicas podem ser correlacionadas com a análise sensorial. Baseado nas medidas reológicas o processo de formulação do produto mudará para produzir um alimento final com parâmetros de textura desejáveis pelo consumidor (RAMOS, 1997).

González-Tomás et al. (2008) estudaram a influência de dois tipos de espessantes, amido e k-carragena nas propriedades reológicas e sensoriais de sobremesas lácteas com baixo teor de gordura. A adição de k-carragena e o aumento da concentração de amido aumentaram o índice de consistência (k) e os parâmetros viscoelásticos e diminuiu o valor do índice de comportamento ao escoamento (n). Não houve alteração na intensidade de percepção do aroma de morango.

Recentemente vários estudos sobre caracterização reológica de sobremesas lácteas têm sido realizados (DOUBLIER & DURAND, 2008; DE WIJK ET AL., 2006; GONZÁLEZ-TOMÁS ET AL., 2007; TÁRREGA, DURÁN & COSTELL, 2004; GONZÁLEZ-TOMÁS & COSTELL, 2005; AL-MALAH, AZZAM & ABU-JDAYIL, 2000). A maioria estes trabalhos teve como objetivo relacionar medidas de textura sensorial e dados reológicos obtidos por caracterização do escoamento do fluido e determinação da viscoelasticidade.

2.3.2. Análise do Perfil de Textura (TPA)

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 as percepções sensoriais (SZCZESNIAK, 1986, citado por DUIZER, 1996).

A análise de textura instrumental que usa compressão uniaxial começou com o trabalho de Szczesniak em 1963 (KEALY, 2006). Em 1968, Bourne derivou uma técnica em que a partir das curvas de força-deformação traçadas a partir de ensaios conduzidos em máquinas universais de testes mecânicos, os parâmetros do perfil de textura podem ser mensurados (SOARES et al., 2007).

Os equipamentos utilizados para medir a textura 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 1) (RICHTER, 2006).

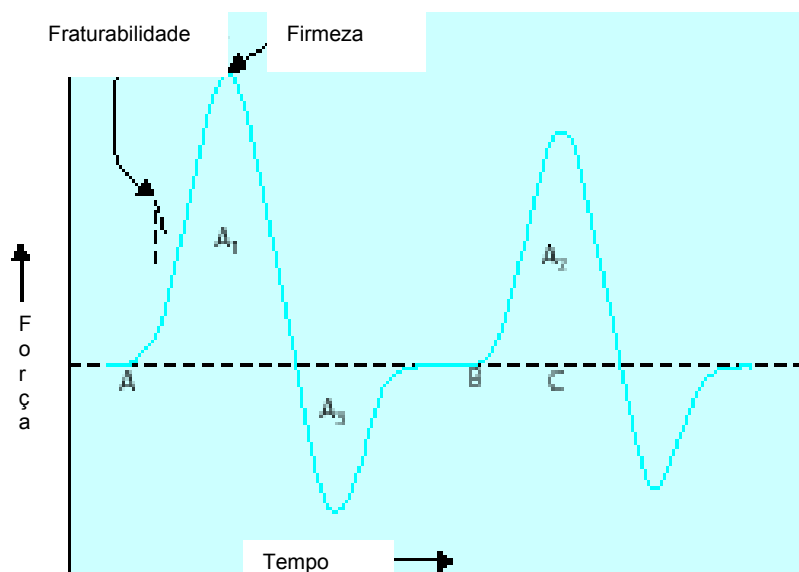


Figura 1 - Curva típica de Análise de Perfil de Textura (TPA)
 Fonte: BOURNE, 2002.

Assim, 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. Nestes níveis, as amostras não quebram, sendo possível obter informações valiosas de parâmetros importantes como dureza/firmeza, coesividade, elasticidade, e seus derivados, gomosidade e mastigabilidade (PONS & FISZMAN, 1996).

Na Tabela 3, encontra-se a definição de alguns atributos obtidos na análise de perfil de textura.

Tabela 3 - Definições instrumentais, físicas e sensoriais dos parâmetros 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 os parâmetros de textura obtidos podem ser correlacionados com textura sensorial (BOURNE, 2002). Em alimentos formulados a base de propriedades gelificantes de polissacarídeos e proteínas, a textura é uma propriedade de grande importância (PONS & FISZMAN, 1996).

Richter (2006) caracterizou a textura de pudins de chocolate por meio da TPA. As amostras diferenciaram-se principalmente pelo atributo de dureza.

Kealy (2006) mostrou as associações existentes entre quatro tipos diferentes de queijo, utilizando um painel sensorial e análise de perfil de textura (TPA) em relação aos atributos dureza, coesividade e adesividade. Houve correlação entre estas técnicas para os atributos dureza e adesividade.

2.4. Avaliação sensorial

A qualidade e aceitação dos alimentos dependem da aparência, aroma, sabor e textura. A textura de alimentos inclui propriedades mecânicas avaliadas de relação força–deformação, sensações táteis como adesão, além de estímulos visuais e audíveis. A textura é uma propriedade sensorial que não pode ser simplesmente medida por meio de testes analíticos. A análise sensorial é o modo mais compreensivo para avaliar a textura. Uma série de descrições do atributo sensorial pode ser gerada o que promove um perfil de textura sensorial de um produto. Correlacionar a percepção de textura sensorial com medidas instrumentais não é uma tarefa simples. Um problema é a falta de definições consistentes para termos de textura. Atributos sensoriais como dureza (firmeza) e deformação são diretamente avaliados pelo ser humano e por equipamentos, sendo esperado que haja correlação se as condições experimentais (por exemplo, taxa de deformação e temperatura), sensibilidade do provador e resolução do equipamento forem comparáveis (FOEGEDING, 2007).

Tárrega & Costell (2007) estudaram a consistência de sobremesas de baunilha e a correlação entre medidas instrumental e sensorial. Esses autores

encontraram correlação significativa ($p < 0,10$) entre os parâmetros reológicos com esta propriedade sensorial.

2.4.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é uma técnica valiosa quando se deseja obter informações sobre aparência, aroma, sabor ou textura dos alimentos (MINIM, 1996). É um método de avaliação sensorial que identifica, descreve e quantifica os atributos sensoriais de um produto, isto é, ele descreve as propriedades sensoriais dos produtos e mede a intensidade em que elas foram percebidas pelos provadores treinados (GILLETTE, 1984).

O método de análise descritiva quantitativa é composto basicamente pelas seguintes etapas: recrutamento de candidatos a provadores; pré-seleção de provadores; levantamento dos termos descritivos; treinamento dos provadores; seleção final de provadores; procedimento do teste de ADQ, tabulação e análise dos resultados (DELLA LUCIA, 1999).

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.

De Wijk et al. (2003) caracterizaram trinta e cinco atributos de pudins de baunilha formulados com diferentes concentrações de amido, carragena e gordura utilizando a ADQ. Estes autores identificaram duas dimensões sensoriais por análise de componente principal. As dimensões 1 e 2 foram relacionadas, respectivamente, com a concentração de gordura e concentração de amido e carragena. A concentração de gordura foi associada com os atributos arenosidade para as amostras sem gordura e cremosidade para as amostras com 10 a 15% de gordura. A concentração de amido e carragena divide as amostras em pouco ou muito consistentes.

Van den Berg et al. (2008) descreveram a relação entre a fragmentação de géis de polissacarídeo e proteína do soro e suas propriedades físicas. A quebra dos géis foi avaliada por uma equipe treinada durante a ADQ. A sensação de quebra foi relacionada fortemente ao comportamento viscoelástico dos géis. A energia de armazenamento foi determinada pela

porcentagem da energia recuperável no teste de compressão uniaxial. Os géis com alta dissipação de energia e baixa energia recuperável (menos elásticos) foram considerados com menor quebra pelo painel treinado. A liberação do soro dos géis contribuiu para a dissipação de energia e assim, a quebra foi reduzida.

2.4.2. Aceitação

O consumidor é o destino final de todo produto desenvolvido, seja este um bem de consumo ou especificamente um alimento. Todo empreendimento tem como objetivo final a aceitação e a satisfação de um consumidor (NGAPO et al., 2003). Neste contexto, nos últimos anos, vem crescendo o interesse por estudos de consumidor.

O sucesso do alimento no mercado depende do seu desempenho junto ao consumidor. Assim, no processo de desenvolvimento de um produto, a determinação da sua aceitação é imprescindível.

Os resultados de testes afetivos são, tradicionalmente, avaliados por análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias. Este método de análise fornece a simples média de aceitação de um produto, desprezando a individualidade de cada consumidor, assumindo que todos os respondentes possuem o mesmo comportamento. A fim de considerar a resposta individual de cada consumidor foi desenvolvida a técnica de Mapa de Preferência. Esta técnica utiliza análise estatística multivariada para obter, num espaço multidimensional, uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre produtos, identificando o indivíduo e suas preferências. Permite, portanto, identificar as amostras mais aceitas pela maioria da população do estudo (ELMORE et al., 1999, MINIM, 2006).

2.5. Correlação instrumental e sensorial

A avaliação sensorial é raramente usada na indústria principalmente devido ao custo e ao tempo necessário para treinar e conduzir um painel sensorial. Outra possibilidade para a avaliação da textura é o uso de métodos

instrumentais. 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).

Shama & Sherman (1973) relataram que os estímulos orais associados com a percepção de viscosidade em produtos semi-sólidos parecem estar relacionados a uma tensão de cisalhamento desenvolvida a taxa de deformação constante de 10 s^{-1} . Tárrega & Costell (2007) observaram uma boa correlação entre a consistência sensorial e a viscosidade aparente a 10 s^{-1} (η_{10}) em sobremesas lácteas comerciais sabor baunilha.

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 o parâmetro coesividade apresentou uma correlação menos satisfatória. As propriedades reológicas, tensão inicial, viscosidade complexa e módulo de viscoelasticidade foram medidas. A tensão inicial foi relacionada à dureza e adesividade, e a viscosidade complexa e o módulo viscoso apresentaram relevância para o atributo coesividade. 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 os parâmetros instrumentais são obtidos mais facilmente.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1. Planejamento Experimental

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Uma mistura base e fixa composta de leite em pó desnatado, amido de milho, sacarose, carragena e aroma foi adicionada de três concentrações diferentes de CPS (1,5, 3,0 e 4,5%). A amostra controle consistiu na mistura base sem a adição de CPS. Estes ingredientes foram diluídos em água resultando em quatro formulações finais.

O experimento foi realizado em três repetições e as análises estatísticas realizadas utilizando-se o programa SAS (Statistical Analysis System – SAS Institute Inc., North Carolina, USA 1999) versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

3.2. Elaboração da sobremesa

A sobremesa láctea tipo flan foi produzida no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

Para determinação da formulação final, foram realizados testes preliminares a fim de adequar as concentrações de aroma, carragena e CPS. Quatro formulações (Controle, CPS1,5, CPS3,0 e CPS4,5) foram preparadas com diferentes concentrações de concentrado protéico de soro (0%, 1,5%, 3,0% e 4,5% m/v, respectivamente). As concentrações de açúcar (12,0% m/v), leite em pó desnatado Itambé® (10,0% m/v), amido de milho Maizena® (5,0% m/v), aroma de baunilha Duas Rodas® (2,5% m/v), k-carragena Griffith® (0,02% m/v) foram fixas para as quatro formulações.

O leite em pó desnatado, o concentrado protéico de soro, o amido de milho, o açúcar e a carragena foram pesados e misturados na forma seca. A seguir, foram dissolvidos em 1L de água a 40°C e mantidos sob agitação por aproximadamente 1 minuto para a perfeita dissolução dos ingredientes. Em

seguida, foram aquecidas sob agitação constante por 18 minutos até a temperatura de $90 \pm 2^\circ\text{C}$ para a pasteurização do produto e hidratação das gomas. O aroma foi adicionado após o aquecimento sob agitação por mais 2 minutos. As amostras foram acondicionadas em recipientes diferenciados de acordo com a análises e cobertas para evitar ressecamento. O produto foi armazenado sob refrigeração ($4 \pm 2^\circ\text{C}$), por aproximadamente 20 horas, até o momento das análises instrumentais e sensoriais, segundo a metodologia descrita por NIKAEDO et al. (2004) e RICHTER (2006).

3.3. Análise de pH

O pH das quatro formulações de flan foi determinado em potenciômetro (Digimed DM 20) por meio de leitura direta no produto. O efeito da concentração de CPS sobre os valores de pH foi analisado por análise de variância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

3.4. Análise Instrumental

3.4.1. Análise de cor

A coloração das formulações foi avaliada utilizando o colorímetro COLORQUEST x HUNTERLAB, utilizando-se o iluminante padrão D65 e observador a 10° . As amostras foram colocadas em cubeta de vidro com 10 mm de caminho óptico. O sistema de leitura utilizado foi o CIELAB (Commission Internationale de l'Eclairage), representado pelos seguintes parâmetros: L^* (luminosidade – preto (0) ao branco (100)), a^* (-a verde (-60), +a vermelho (+60)) e b^* (-b azul (-60), +b amarelo (+60)). Foi calculada a tonalidade cromática ($h^* = \arctan(b^*/a^*)$) e croma ou índice de saturação ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$). As leituras foram realizadas nas três repetições em duplicata.

O efeito da concentração de CPS sobre os parâmetros de cor foi avaliado por análise de variância. Os resultados também foram avaliados utilizando a técnica de análise multivariada Análise de Componentes Principais.

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

3.4.2. 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). Uma probe de 50 mm de diâmetro foi movida perpendicularmente sobre a amostra de flan de formato cilíndrico de 50 mm de diâmetro e 40 mm de altura (PONS & FISZMAN, 1996). As condições de trabalho foram: célula de carga de 0,05 N, distância de compressão de 20% da altura da amostra, velocidade de 2 mm/s^{-1} , com dois ciclos de penetração.

A força exercida sobre a amostra foi automaticamente registrada e os parâmetros firmeza (N), mastigabilidade (J), gomosidade (N), coesividade (adimensional), adesividade (Ns) e elasticidade (mm) foram automaticamente calculados pelo software Blue Hill 2.0 (Instron, Estados Unidos, 2005) a partir das curvas de força (N) x tempo (s) geradas durante o teste. Para cada repetição de cada formulação foram realizados 5 análises.

O efeito da concentração de CPS sobre os parâmetros de textura instrumental foi avaliado por meio de análise de variância. Os resultados também foram avaliados utilizando a técnica de análise multivariada Análise de Componentes Principais.

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

3.4.3. Análise reológica

Para determinação das características reológicas da sobremesa láctea foi utilizado um reômetro rotativo marca Brookfield, modelo R/S plus SST 2000,

utilizando-se o sensor cilíndrico CC14 para todas as amostras. Este sensor possui as seguintes especificações: volume da amostra de 3 mL, faixa de viscosidade entre 0,672 e 500 Pa.s, cilindro interno de 7 mm de raio e 21 mm de comprimento e cilindro externo de 7,59 mm de raio. As medidas foram realizadas à temperatura de 10°C e 25°C, selecionadas como temperatura representativa de consumo usual de sobremesas lácteas e temperatura oral, respectivamente (TÁRREGA, DURAN & COSTELL, 2005; ENGELEN et al., 2003). O experimento foi realizado com 3 repetições em duplicata.

3.4.3.1. Caracterização tixotrópica

A caracterização tixotrópica foi realizada no reômetro rotativo especificado no item anterior a uma taxa de deformação constante de 10 s⁻¹ por um período de 10 minutos, nas temperaturas de 10°C e 25°C. Em cada ensaio, trabalhou-se com uma nova amostra, fixando a temperatura e a taxa de deformação. A variação da tensão de cisalhamento foi registrada durante um período de 10 minutos. As medidas foram tomadas a cada 6 segundos, totalizando 100 pontos em cada ensaio. Para cada amostra foi realizada três repetições.

Para quantificar as medidas dependentes do tempo nas temperaturas e taxa de deformação selecionadas, os dados experimentais de tensão de cisalhamento e tempo foram ajustados pelos modelos de Weltman (equação 1) e Figoni & Shoemaker (equação 2):

$$\tau(t) = A + B \cdot \ln t \quad (1)$$

$$\tau(t) = \tau_e + (\tau_0 - \tau_e) \cdot e^{-k \cdot t} \quad (2)$$

Onde, $\tau(t)$ é tensão de cisalhamento (Pa) em um dado tempo (t), A representa a variação de tensão de cisalhamento necessária para iniciar a degradação da estrutura, B é o coeficiente de ruptura tixotrópica, τ_e é tensão de cisalhamento de equilíbrio (Pa), τ_0 é a tensão de cisalhamento correspondente ao tempo inicial (Pa), e k é a constante cinética de degradação estrutural.

3.4.3.2. Caracterização do comportamento reológico de escoamento

As medidas de tensão de cisalhamento (τ) e a viscosidade aparente (η_{ap}) foram realizadas aplicando uma rampa contínua de taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) na faixa de 0 a 200 s⁻¹ durante 1 minuto para a rampa de subida e 1 minuto para a rampa de descida. As medidas foram tomadas a cada 3 s, totalizando 40 pontos em cada ensaio, sendo tomado o valor médio da tensão de cisalhamento em cada valor de taxa de deformação. Antes de cada experimento a quebra da tixotropia das sobremesas lácteas foi realizada a uma taxa de deformação constante de 100 s⁻¹ por um tempo de 3 minutos.

Os modelos de Hershel-Bulkley (equação 3) e Casson (equação 4) foram ajustados aos dados reológicos obtidos:

$$\tau = \tau_0 + K_H \cdot \dot{\gamma}^{n_H} \quad (3)$$

$$\tau^{0,5} = \tau_0^{0,5} + K \cdot \dot{\gamma}^{0,5} \quad (4)$$

Em que: τ é a tensão de cisalhamento (Pa); τ_0 é a tensão inicial, $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação (s⁻¹); K é o índice de consistência (Pa.sⁿ) e n é o índice de comportamento ao escoamento (adimensional).

O valor da viscosidade aparente a taxa de deformação de 10 s⁻¹ (η_{10}) foi calculada utilizando a equação do modelo de melhor ajuste.

Para ajustar os modelos aos dados experimentais foi utilizado o pacote estatístico SAS[®] versão 9.1 licenciado pela Universidade Federal de Viçosa. A qualidade do ajuste do modelo foi verificada segundo o nível de significância (p) e o coeficiente de determinação (R²).

3.5. Análise sensorial

3.5.1. Análise Descritiva Quantitativa

3.5.1.1. Recrutamento de provadores

Foram distribuídos 50 questionários de recrutamento aos estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Viçosa. Foram 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

Para verificar se as formulações CPS1,5 e CPS3,0 eram estatisticamente diferentes foi realizado um teste triangular com 25 provadores. As formulações diferiram entre si ao nível de 1% de probabilidade, sendo, portanto utilizadas na etapa de pré-seleção dos provadores.

Para pré-selecionar os provadores foi realizada uma série de quatro repetições do teste triangular com as formulações CPS1,5 e CPS3,0. Em cada sessão foram apresentadas três amostras, codificadas com números de três dígitos, sendo duas iguais e uma diferente. Ao candidato foi solicitado que identificasse a amostra diferente. Para a avaliação das amostras, os candidatos receberam uma ficha de resposta (Figura 2) em cada sessão, que foram separadas e organizadas por candidato para quantificação das respostas corretas. Foram selecionados os candidatos que conseguiram no mínimo três respostas corretas.

TESTE TRIANGULAR		
Nome: _____	Data: __/__/____	
Duas das três amostras apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule o código daquela que lhe pareça diferente. Enxágüe a boca após a degustação e espere trinta segundos.		
_____	_____	_____
Comentários: _____		

Figura 2 - Modelo da ficha resposta utilizada para seleção de provadores

3.5.1.3. Levantamento dos termos descritivos

O desenvolvimento da terminologia descritiva foi realizado pelos provadores pré-selecionados com auxílio da lista prévia de termos descritivos (Tabela 4) para sobremesas lácteas obtidos de trabalhos realizados por Richter (2006) e De Wijk et al. (2006). As quatro formulações (Controle, CPS1,5, CPS3,0 e CPS4,5) foram apresentadas em cabines individuais e então, foi solicitado aos provadores que selecionassem os termos descritivos que caracterizavam essas amostras. Para cada termo descritivo, quantificou-se o número de provadores que o consideraram pertinente às amostras. A lista definitiva de avaliação foi formada pelos descritores mencionados com maior frequência e pelo consenso entre os provadores.

Tabela 4 - Lista prévia para o levantamento de termos descritivos.

Termos Descritivos	Definição
Aparência	
Brilho	Intensidade de luz refletida no produto, intensidade do brilho, contrário de opaco.
Cor	Intensidade da cor.
Resistência ao corte	Força necessária para provocar certa deformação observada na colher ou faca.
Firmeza	Quantidade de deformação provocada pela compressão de uma colher sobre o produto antes de ocorrer o corte.
Aroma	
Aroma	Intensidade de aroma de baunilha.
Sabor	
Gosto doce	Intensidade de gosto doce, de açúcar.
Gosto salgado	Intensidade do gosto salgado.
Sabor baunilha	Intensidade de sabor característico de baunilha.
Textura	
Consistência	Representa a espessura do alimento na boca depois do mesmo ter sido comprimido para cima e para baixo por movimento da língua contra o palato.
Adesividade	É julgada a força necessária para remover um material que adere a boca. Quanto mais difícil for para remover um material do palato maior a adesividade do material.
Creiosidade	Sensações tipicamente associada com o conteúdo de gordura, como encorpado, macio, não áspero, não seco, como um revestimento de veludo. Sensação aveludada.
Heterogeneidade	Alimento é sentido simultaneamente como espesso e fino na boca durante mistura com a saliva. Várias partes do alimento parecem desfazer em taxas diferentes.
Gomosidade	Esforço requerido para desintegrar um produto. Quantidade de manipulação do alimento na língua contra o palato antes do alimento se desintegrar.
Espalhabilidade	Alimento torna-se fino na boca e espalha-se em diferentes taxas.

3.5.1.4. Treinamento e seleção dos provadores

Foram realizadas várias sessões de treinamento, nas quais foram apresentados os padrões de referência e a definição para cada atributo. Os provadores foram orientados a ler e compreender a definição de cada atributo e em seguida provar e memorizar os padrões. Nesta etapa, a forma de manipular as amostras foi padronizada.

Após o treinamento foi realizado um teste preliminar visando a seleção final dos provadores adequadamente treinados.

Para a seleção final dos provadores foram utilizadas as formulações controle e CPS4,5 apresentadas na mesma sessão, com três repetições. A lista de definição dos termos descritivos foi fixada nas cabines durante todo o período de análise a fim de auxiliar o provador na avaliação. As análises foram realizadas utilizando a ficha definitiva da análise descritiva quantitativa.

Os provadores 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 provador. Foram selecionados para a etapa final da ADQ os provadores que apresentaram probabilidade de $F_{\text{AMOSTRA}} \leq 0,50$ e probabilidade de $F_{\text{REPETIÇÃO}} \geq 0,05$ em todos os atributos avaliados.

3.5.1.5. Avaliação das amostras

Foram realizadas três sessões, com as quatro formulações em cada sessão, de acordo com o delineamento em blocos completos casualizados (COCHRAN & COX, 1981).

3.5.1.6. Análise dos resultados

Para avaliação dos resultados foi empregado ANOVA com as fontes de variação amostra, provador e interação provador x amostra para cada atributo. 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). Os

resultados foram avaliados também utilizando a técnica de análise multivariada Análise de Componentes Principais.

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

3.5.2. Teste de aceitação

As análises de aceitação foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Viçosa, em cabines individuais, usando luz branca.

As quatro formulações (controle, CPS1,5, CPS3,0 e CPS4,5) foram avaliadas, quanto à aceitação, por 94 consumidores de flan em relação à textura e impressão global. As amostras foram desenformadas em pratos descartáveis codificados com número de três dígitos e servidas de forma aleatória e monádica, à temperatura de refrigeração (10°C). Um copo de água filtrada em temperatura ambiente foi fornecido aos consumidores para enxaguarem a boca entre as avaliações.

Cada consumidor recebeu uma ficha de avaliação para cada amostra, em que lhe foi solicitado que indicasse na escala hedônica de 9 pontos (Figura 3) o seu julgamento em relação à aceitação do produto, sendo atribuído nota 9 para gostei extremamente até 1 para desgostei extremamente.

TESTE DE ACEITAÇÃO	
Nome: _____	Data: _____ Idade: _____
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto.	
Código da amostra: _____	
9- Gostei extremamente	Textura: _____
8- Gostei muito	
7- Gostei moderadamente	Impressão global: _____
6- Gostei ligeiramente	
5- Indiferente	
4- Desgostei ligeiramente	
3- Desgostei moderadamente	
2- Desgostei muito	
1- Desgostei extremamente	
Comentários: _____	

Figura 3 - Modelo de ficha hedônica de 9 pontos

A análise de resultados foi feita por meio do Mapa de Preferência Interno, utilizando o programa estatístico SAS, Statistical Analysis System, versão 9.1, licenciado pela Universidade Federal de Viçosa. 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 amostras (em linhas) e consumidores (em colunas), e esta submetida à Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados foram expressos em um gráfico de dispersão das amostras (tratamentos) em relação aos dois primeiros componentes principais e em outro representando os "loadings" (cargas) da ACP (correlações dos dados de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais) (MINIM, 2006).

3.6. Correlação entre medidas sensorial e instrumental

A correlação entre as medidas de cor e textura sensoriais e instrumentais foi determinada usando o coeficiente de correlação de Pearson (r). As análises estatísticas de correlação foram realizadas utilizando-se o

programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de pH

Em relação ao pH, o efeito da concentração de CPS foi não significativo ($p > 0,05$), indicando não haver diferença entre as sobremesas lácteas adicionadas ou não de CPS. As amostras apresentam o valor médio de pH igual a $6,74 \pm 0,06$.

O pH exerce grande influência sobre as propriedades dos géis de CPS tratados termicamente, influenciando o balanço entre os resíduos polares e não polares das proteínas. O CPS é formado por quatro frações protéicas principais que possuem pontos isoelétricos (pI) de 5,2 (β -lactoglobulina), 4,8-5,1 (α -lactoglobulina e albumina do soro bovino) e 5,5-6,8 (imunoglobulinas). O aquecimento de soluções de CPS em valores de pH entre 4 e 6 leva a formação de géis particulados (coágulos túrbidos e sujeitos a sinerese). Isto se deve às forças atrativas intensas entre as moléculas protéicas, ou seja, a redução da repulsão eletrostática promove grande agregação entre as moléculas (BOYE et al., 1995; ELOFSSON et al., 1997; BRYANT & McCLEMENTS, 1998).

As sobremesas lácteas apresentaram valores de pH acima de 6,0, indicando, portanto que as proteínas não formaram grandes agregados imediatamente após aquecimento.

4.2. Análise Instrumental

4.2.1. Análise de cor

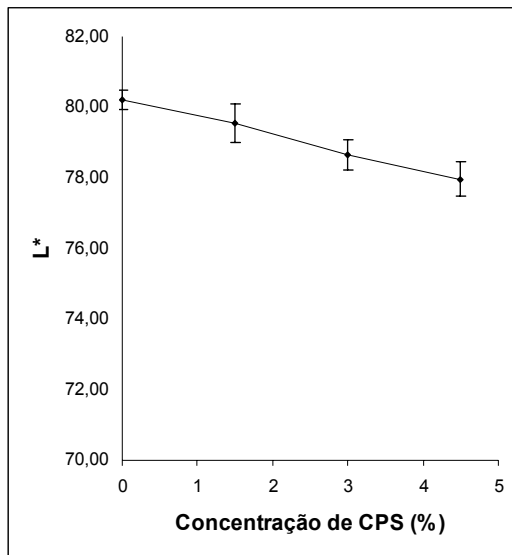
Para os parâmetros luminosidade (L^*), componente vermelho-verde (a^*), componente amarelo-azul (b^*), tonalidade cromática h^* e índice de saturação (C^*), o efeito da concentração de CPS foi significativo ($p < 0,05$), indicando haver diferença entre as formulações de flan.

Os resultados para os parâmetros de cor L^* , a^* , b^* , h^* e C^* das sobremesas lácteas estão apresentados na Tabela 5.

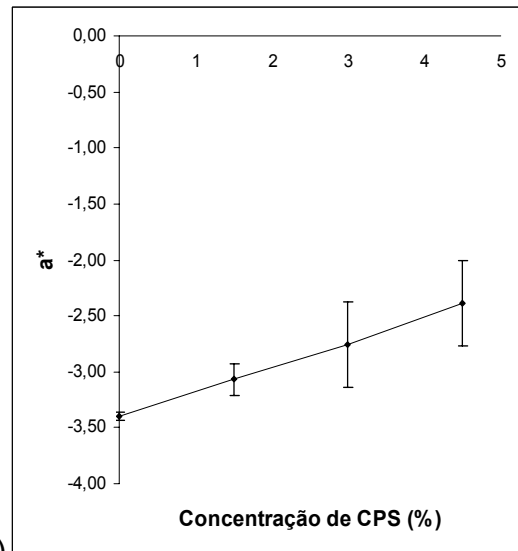
Tabela 5 - Valores médios e o desvio padrão dos parâmetros instrumental de cor das sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.

Formulações	L^*	a^*	b^*	h^*	C^*
Controle	80,20 ± 0,27	-3,40 ± 0,04	8,69 ± 0,33	-1,20 ± 0,01	9,33 ± 0,31
CPS1,5	79,55 ± 0,56	-3,07 ± 0,14	9,90 ± 0,32	-1,25 ± 0,01	10,41 ± 0,34
CPS3,0	78,65 ± 0,44	-2,76 ± 0,38	11,22 ± 0,48	-1,32 ± 0,03	11,60 ± 0,43
CPS4,5	77,96 ± 0,49	-2,38 ± 0,38	12,46 ± 0,34	-1,38 ± 0,02	12,69 ± 0,32

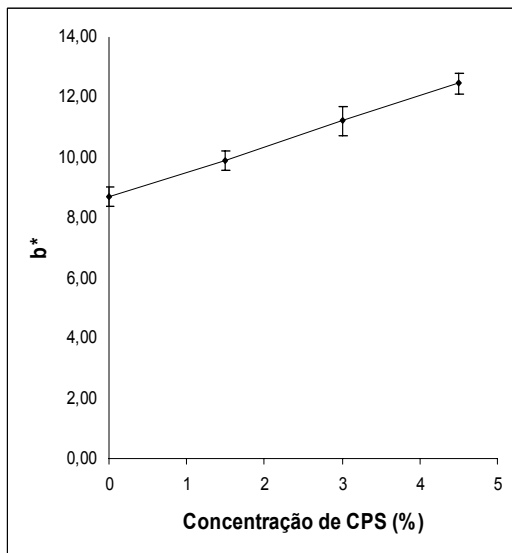
A variação dos parâmetros de cor das sobremesas lácteas em função da concentração de CPS está apresentada na Figura 4. Pode-se observar que aumento da concentração de CPS tende a aumentar os valores de a^* , b^* e C^* e reduzir dos valores de L^* e h^* .



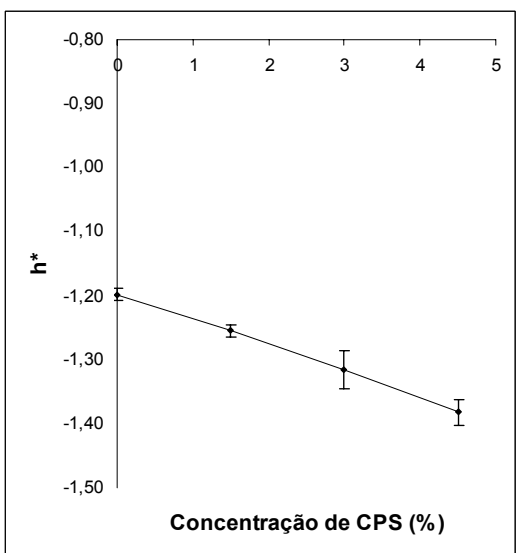
(a)



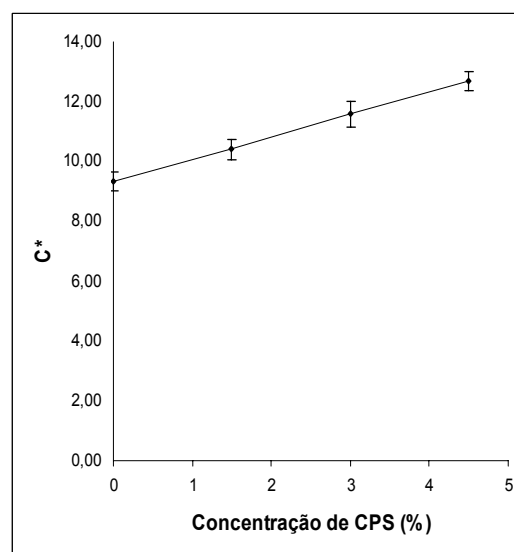
(b)



(c)



(d)

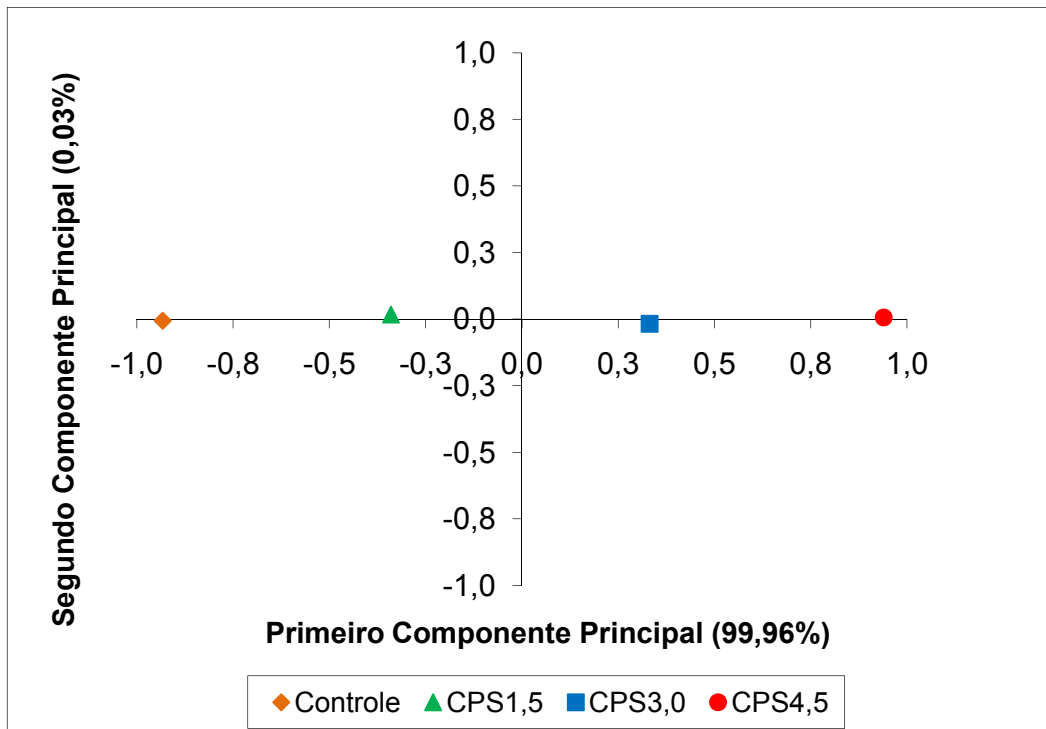


(e)

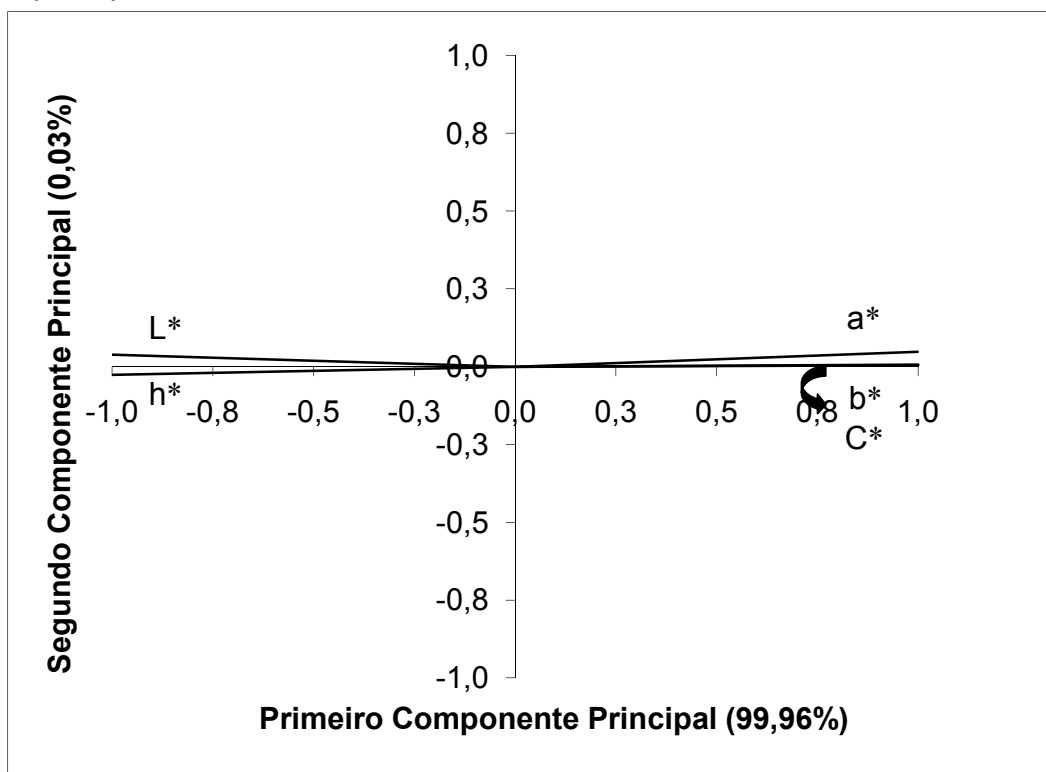
Figura 4 - Variação das diferentes concentrações de CPS nos parâmetros de cor das sobremesas lácteas. (a) L^* , (b) a^* , (c) b^* , (d) h^* e (e) C^* .

Os resultados foram, também, analisados por Análise de Componentes Principais (ACP). Na Figura 5 - A e B, temos a Análise de Componente Principal (ACP) dos parâmetros de cor instrumental das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

O primeiro componente principal explica 99,96% da variabilidade dos dados, e o segundo componente principal foi responsável por apenas 0,03%. A primeira dimensão foi a mais importante para separação entre as amostras quanto aos parâmetros de cor, sugerindo a formação de dois grupos, um grupo formado pela formulação controle e CPS1,5 e outro grupo formado por CPS3,0 e CPS4,5.



A – Dispersão das amostras em relação aos dois primeiros componentes principais.



B – Correlação entre os parâmetros de cor instrumental e os dois primeiros componentes principais.

Figura 5 - Análise de Componente Principal dos parâmetros de cor instrumental das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

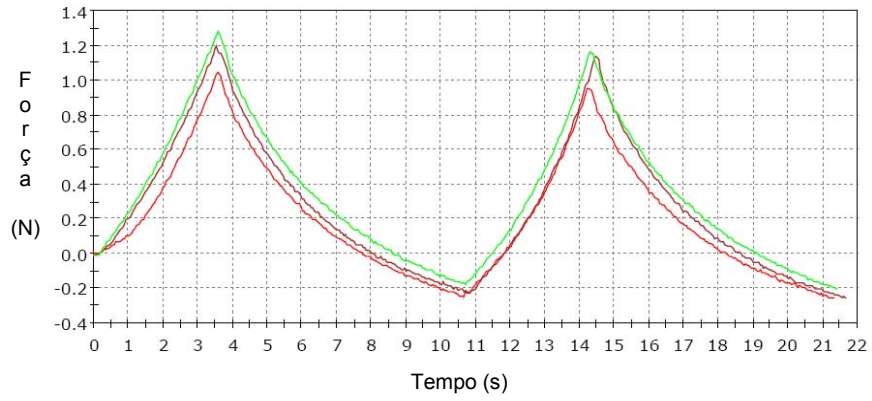
Todos os parâmetros de cor estão significativamente correlacionados ($p < 0,002$) com o primeiro componente principal (Tabela 6). Assim, as amostras controle e CPS1,5 (localizadas do lado negativo do eixo horizontal) apresentaram maiores valores de L^* e h^* (correlações negativas com o primeiro componente principal) indicando uma cor mais clara. Os parâmetros a^* , b^* e C^* estão correlacionados positivamente com o primeiro componente principal, sendo assim, as formulações CPS3,0 e CPS4,5 (localizadas do lado positivo do eixo horizontal) são caracterizadas como mais escuras e amareladas.

Tabela 6 - "Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os parâmetros de cor e os dois primeiros componentes principais.

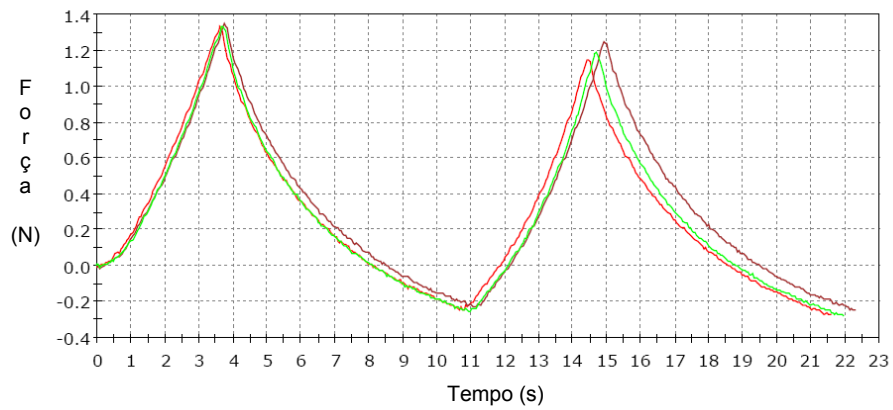
ATRIBUTOS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	Y1		Y2	
	r	p	r	p
L^*	-0,999	0,001	0,038	0,962
a^*	0,998	0,002	0,048	0,952
b^*	0,9999	<0,0001	0,007	0,993
h^*	-0,999	0,001	-0,026	0,974
C^*	0,9999	<0,0001	0,005	0,995

4.2.2. Análise de perfil de textura (TPA)

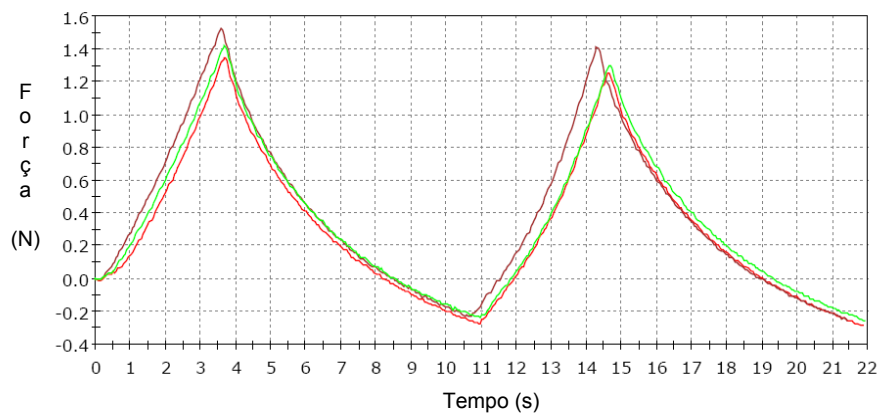
As sobremesas lácteas caracterizaram-se por apresentar diferentes perfis de textura (Figuras 6).



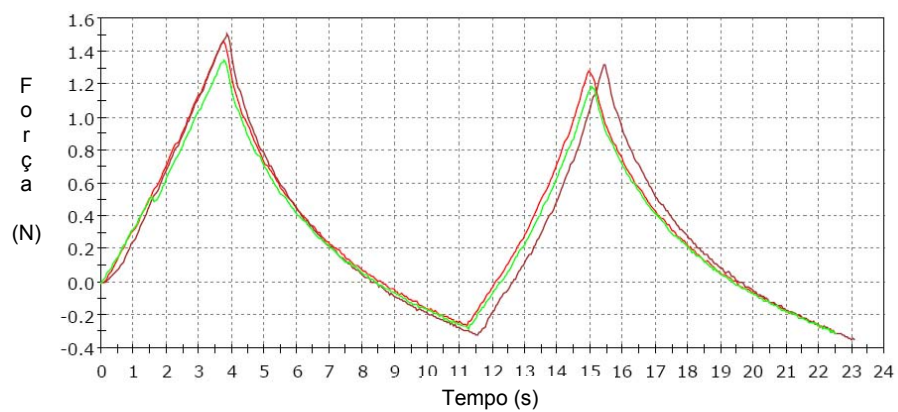
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 6 - Perfil de textura instrumental para as sobremesas lácteas. (a) Controle, (b) CPS1,5, (c) CPS3,0 e (d) CPS4,5.

A Tabela 7 mostra os valores médios das propriedades de textura das sobremesas lácteas com e sem a adição de concentrado protéico de soro.

Tabela 7 - Valores médios e o desvio padrão das propriedades de textura das sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.

Formulações	Firmeza (N)	Elasticidade (mm)	Coesividade (adimensional)	Mastigabilidade (J)	Gomosidade (N)
Controle	1,18 ± 0,03	4,51 ± 0,35	0,90 ± 0,07	5,48 ± 1,24	0,76 ± 0,15
CPS1,5	1,33 ± 0,03	4,90 ± 0,29	0,91 ± 0,02	6,51 ± 0,27	0,89 ± 0,04
CPS3,0	1,49 ± 0,05	4,95 ± 0,14	0,91 ± 0,01	7,31 ± 0,26	0,99 ± 0,02
CPS4,5	1,48 ± 0,06	4,91 ± 0,14	0,88 ± 0,01	6,55 ± 0,51	0,89 ± 0,09

O efeito da adição de CPS nas sobremesas lácteas para os parâmetros firmeza, elasticidade, mastigabilidade e gomosidade foi significativo ($p < 0,10$). A variação desses parâmetros em função da concentração de CPS está apresentada na Figura 7.

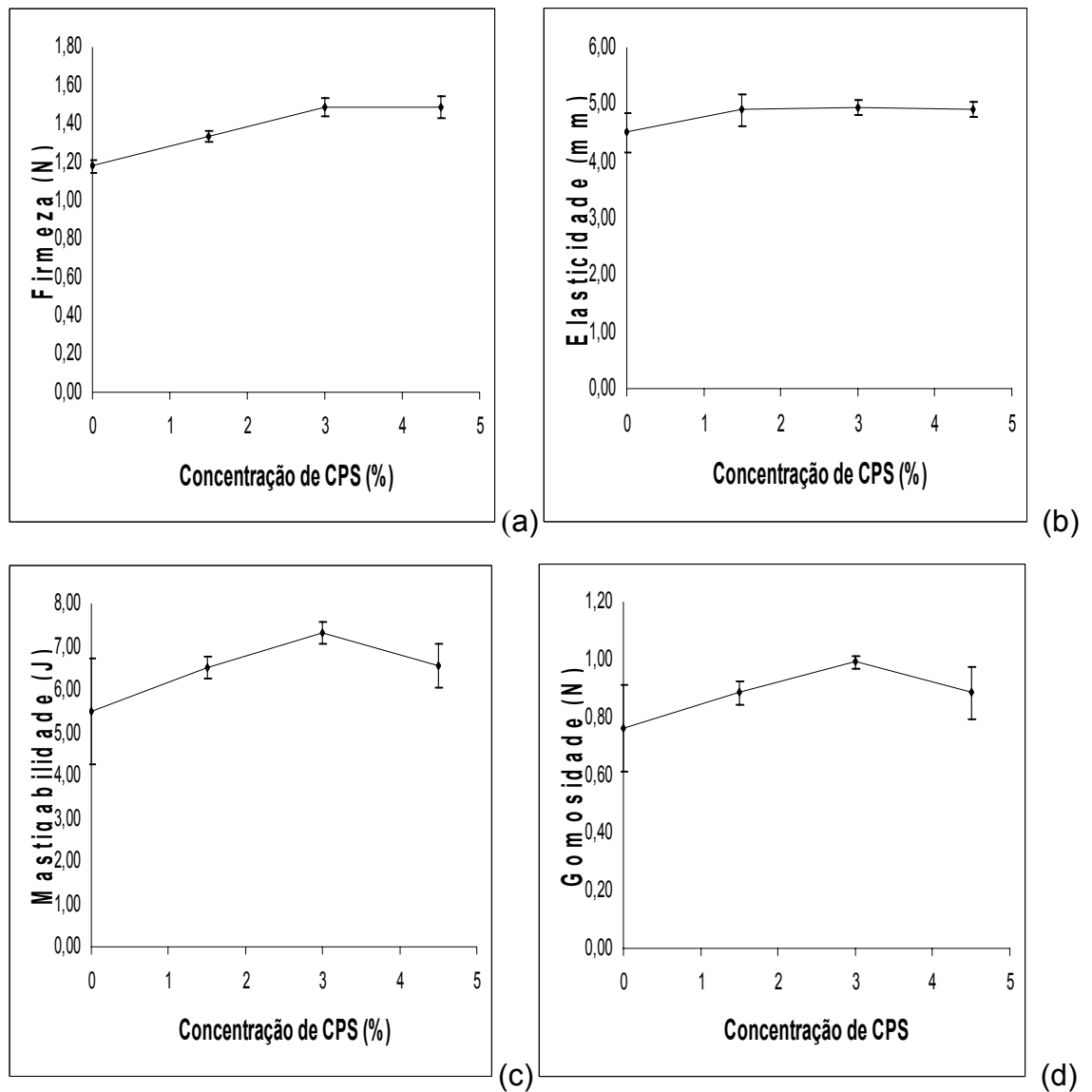
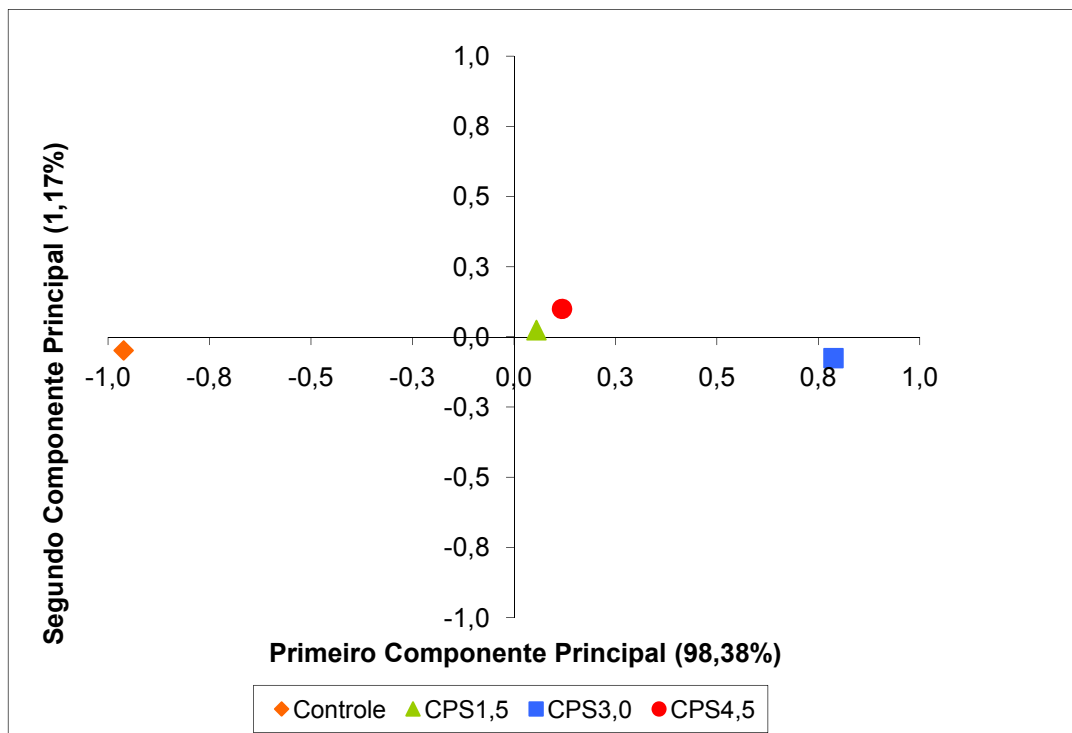


Figura 7 - Variação da concentração de CPS nos parâmetros de textura instrumental das sobremesas lácteas. (a) Firmeza, (b) Elasticidade, (c) Mastigabilidade e (d) Gomosidade.

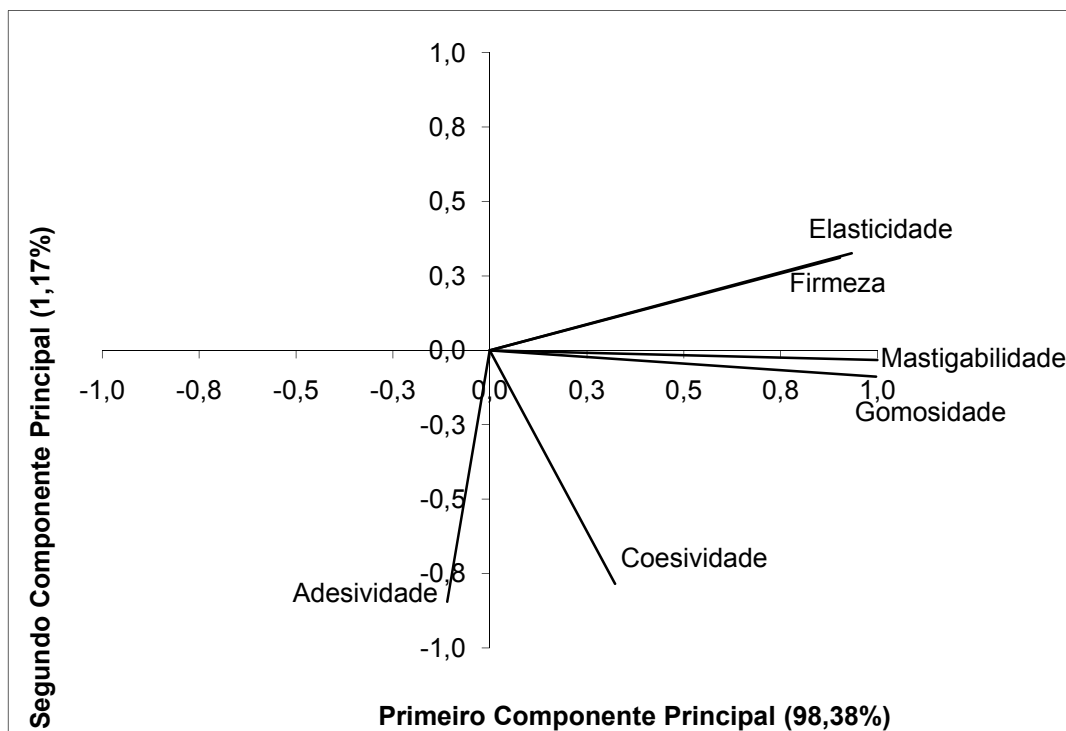
A coesividade não foi alterada pela concentração de proteína. Este resultado também foi relatado por Antunes et al. (2003). Estes pesquisadores observaram que as únicas variáveis que influenciaram significativamente ($p < 0,05$) a coesividade foram a temperatura de processamento e o pH. As formulações estudadas apresentaram valor de coesividade igual a $0,90 \pm 0,01$.

As quatro formulações não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) quanto à adesividade, apresentando valores muito próximos de zero ($0,0004 \pm 0,0001$).

Os valores médios dos parâmetros de textura instrumental foram, também, analisados por Análise de Componentes Principais (ACP). A Figura 8 - A e B, mostra a correlação dos parâmetros de textura instrumental e o arranjo espacial das amostras em relação aos dois componentes principais. O primeiro componente principal explicou 98,38% da variação total dos dados, sendo suficiente para discriminar as amostras. O arranjo espacial das amostras em relação ao primeiro componente principal sugere que a amostra controle difere das demais quanto aos parâmetros de textura.



A – Dispersão das amostras em relação aos dois primeiros componentes principais.



B – Correlação dos parâmetros de textura instrumental em relação aos dois primeiros componentes principais.

Figura 8 - Análise de Componente Principal dos parâmetros de textura instrumental das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Os parâmetros firmeza, elasticidade, mastigabilidade e gomosidade estão correlacionados positivamente ($p < 0,066$) apenas com o primeiro componente principal (Tabela 8). Sendo assim, as formulações adicionadas de CPS (CPS1,5, CPS3,0 e CPS4,5), localizadas à direita da figura 8-A apresentam maior intensidade destes parâmetros de textura instrumental. Segundo Antunes (2003), com o aumento da concentração protéica, ocorre uma modificação na textura dos géis resultando em um aumento da firmeza e intensificando a retenção de água pela matriz. Este comportamento é atribuído principalmente, a β -lactoglobulina que é considerada principal agente formador de gel devido à presença de grupos sulfidrilas livres. Sendo assim, quanto maior a quantidade de concentrado protéico de soro nos níveis testados, maior foi a força necessária para romper a estrutura do gel.

Tabela 8 - "Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os parâmetros de textura instrumental e os dois primeiros componentes principais.

ATRIBUTOS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	Y1		Y2	
	r	p	r	p
Firmeza	0,903	0,007	0,311	0,689
Elasticidade	0,934	0,066	0,326	0,674
Coesividade	0,323	0,677	-0,784	0,216
Adesividade	-0,110	0,890	-0,845	0,156
Mastigabilidade	0,999	0,001	-0,033	0,967
Gomosidade	0,996	0,004	-0,089	0,911

As formulações adicionadas de CPS apresentaram maior elasticidade. Este parâmetro está fortemente relacionado com a formação de pontes S-S intermoleculares (SHIMADA & CHEFTEL, 1989).

A mastigabilidade e a gomosidade são parâmetros secundários associados, respectivamente, à firmeza, coesividade e elasticidade e à firmeza e coesividade.

O segundo componente principal está associado com os parâmetros adesividade ($r=-0,84$) e coesividade ($r=-0,78$). Como o segundo componente principal explica apenas 1,17% da variação total dos dados, todas as formulações são semelhantes com relação a esses atributos. Este resultado também foi observado pela análise de variância.

4.2.3. Análise reológica

4.2.3.1. Caracterização tixotrópica

Os tixogramas obtidos com a variação da tensão de cisalhamento com o tempo, para a taxa de deformação constante de 10 s^{-1} , apresentaram dependência do tempo. Os dados experimentais foram ajustados pelos modelos de Weltman (Figuras 9 e 10) e Fighi & Shoemaker (Figuras 11 e 12). A tensão de cisalhamento diminuiu com o tempo de aplicação da taxa de deformação. Este comportamento é semelhante ao encontrado por González-Tomás & Costell (2006) e Tárrega & Costell (2007) em sobremesas lácteas comerciais.

Pode-se observar que a tixotropia apresenta duas etapas (Figuras 9 a 12). Na primeira etapa, ocorre um decréscimo acentuado na tensão de cisalhamento, enquanto na segunda etapa a diminuição é mais lenta. Isso pode ser explicado devido aos mecanismos de degradação estrutural. No primeiro mecanismo, ocorre a desintegração da estrutura da amostra. O segundo mecanismo se explica devido à orientação das partículas causadas pela ação da deformação. Este comportamento é comum e foi relatado por Ramos & IBARZ (1998), Abu-Jdayil (2003) e Basu et al. (2007) durante a caracterização tixotrópica de suco de laranja e polpa de marmelo; geléia de abacaxi e iogurte concentrado, respectivamente.

Também é possível notar uma diferença da variação da tensão de cisalhamento com o tempo entre as formulações, principalmente no período inicial, onde a destruição estrutural da formulação controle é mais rápida.

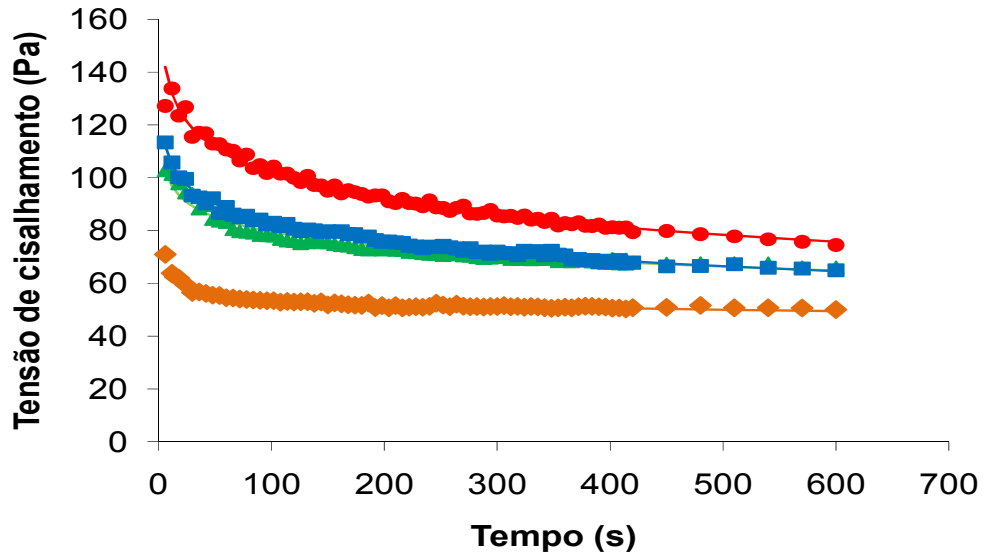


Figura 9 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Weltman para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de $10^{\circ}C$. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

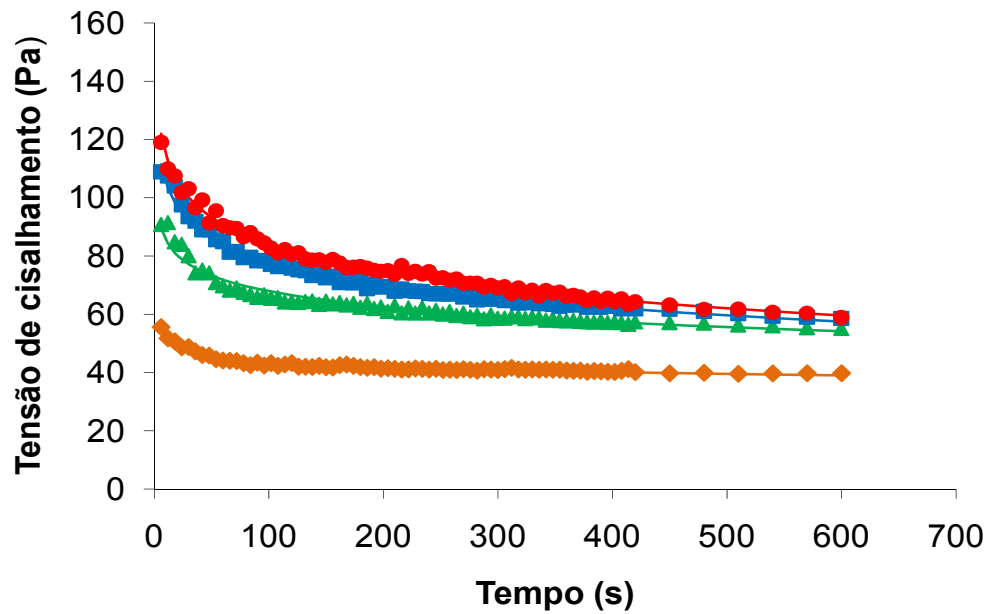


Figura 10 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Weltman para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de $25^{\circ}C$. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

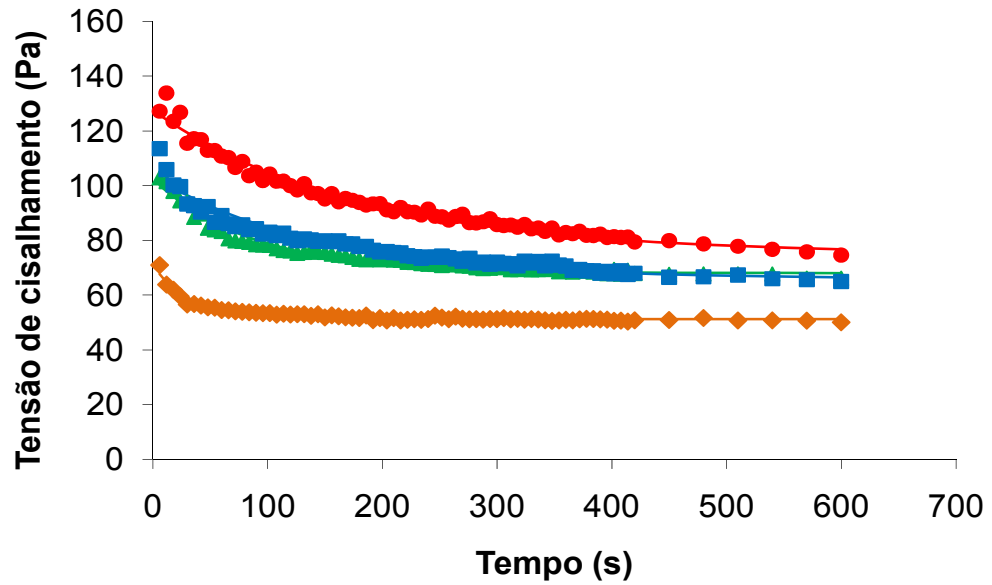


Figura 11 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Figoni & Shoemaker para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de $10^{\circ}C$. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

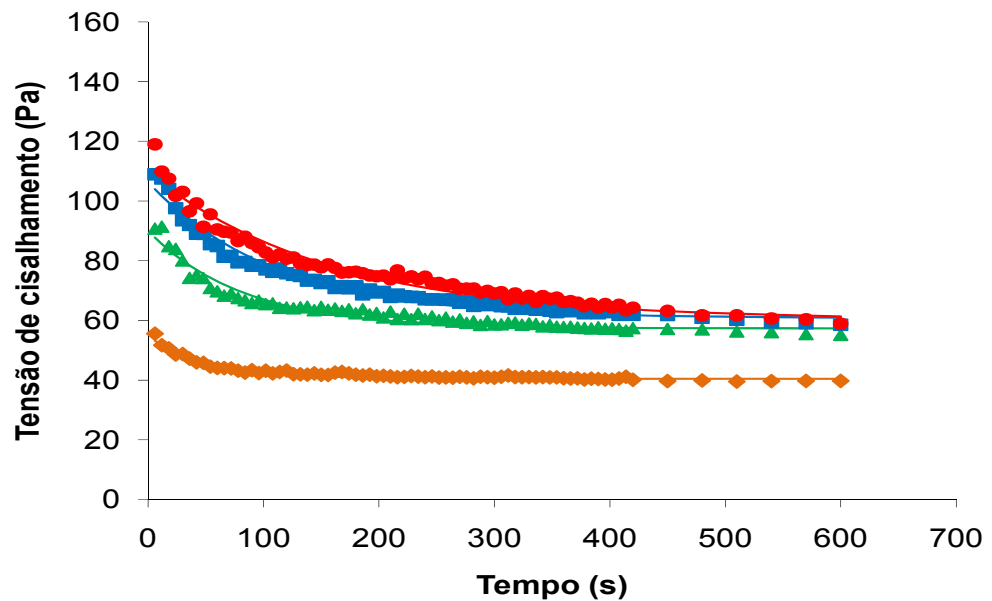


Figura 12 - Relação entre tensão de cisalhamento e tempo à taxa de deformação constante de $10s^{-1}$ com ajuste pelo modelo de Figoni & Shoemaker para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de $25^{\circ}C$. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

Os modelos de Figoni & Shoemaker (1983) e Weltman (1943) foram ajustados aos valores experimentais obtidos. Em todos os casos, tanto os ajustes como os resultados estimados dos parâmetros de Weltman (A e B) e parâmetros de Figoni & Shoemaker τ_{oi} , τ_e , $\tau_{oi}-\tau_e$ e K_i foram significativos ($p < 0,0001$).

O modelo de Weltman usado para descrever a tensão de cisalhamento versus tempo apresentou valores de R^2 entre 0,795 a 0,992 (Tabela 9) para todas as amostras e temperaturas estudadas. O parâmetro A, que representa o valor da tensão de cisalhamento necessária para começar a degradar a estrutura que caracteriza a tixotropia, elevou-se com o aumento da concentração de CPS. O valor B corresponde ao coeficiente de destruição estrutural e indica a extensão da tixotropia (RAZAVI & KARAZHIYAN, 2009). O aumento da concentração de CPS proporcionou maior tixotropia. Isto pode ser explicado pelo aumento das ligações dissulfídicas intermoleculares, resultando em uma maior quebra estrutural.

Tabela 9 - Valores médios para os parâmetros A e B segundo modelo de Weltman para as sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.

T (°C)	Formulação	A (Pa)	- B (Pa)	R ²
10	Controle	67,56 ± 0,79	2,822 ± 0,14	0,795
	CPS1,5	117,11 ± 0,85	8,165 ± 0,15	0,966
	CPS3,0	130,52 ± 0,51	10,300 ± 0,09	0,992
	CPS4,5	167,84 ± 1,21	14,386 ± 0,22	0,977
25	Controle	56,73 ± 0,48	2,781 ± 0,09	0,912
	CPS1,5	103,33 ± 0,90	7,686 ± 0,16	0,957
	CPS3,0	132,40 ± 0,72	11,712 ± 0,13	0,988
	CPS4,5	146,33 ± 0,69	13,563 ± 0,13	0,992

A: Tensão de cisalhamento necessária para começar a degradação da estrutura, B: Coeficiente de degradação estrutural.

A temperatura de 25°C, os parâmetros A e B apresentaram valores menores que os obtidos à 10°C. Resultados similares foram encontrados por Tárrega et al. (2004) em sobremesas lácteas comerciais para ambos os parâmetros de Weltman a temperatura de 5 e 25°C.

O modelo de Figoni & Shoemaker apresentou melhor ajuste aos dados experimentais para todas as formulações, nas temperaturas estudadas, quando comparado com o modelo de Weltman, com valores de R^2 superiores a 0,930 (Tabela 10). Este modelo também foi aplicado em géis de amido e alimentos semi-sólidos (ABU-JDAYIL, 2003; TARREGA et al., 2004; DEWAR & JOYCE, 2006).

Tabela 10 - Valores médios para os parâmetros segundo modelo de Figoni & Shoemaker para as sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.

T (°C)	Formulação	τ_{oi} (Pa)	τ_e (Pa)	$\tau_{oi}-\tau_e$ (Pa)	K_i (s ⁻¹)	R^2
10	Controle	70,99 ± 0,81	51,25 ± 0,09	19,74 ± 0,72	0,030 ± 0,002	0,930
	CPS1,5	102,45 ± 0,82	67,98 ± 0,21	34,47 ± 0,61	0,012 ± 0,000	0,967
	CPS3,0	103,50 ± 0,95	65,85 ± 0,48	37,65 ± 0,47	0,007 ± 0,000	0,956
	CPS4,5	127,63 ± 0,82	74,96 ± 0,58	52,67 ± 0,26	0,006 ± 0,000	0,981
25	Controle	54,63 ± 0,54	40,41 ± 0,09	14,22 ± 0,45	0,018 ± 0,001	0,930
	CPS1,5	90,08 ± 1,03	57,27 ± 0,25	32,81 ± 0,78	0,012 ± 0,001	0,946
	CPS3,0	106,41 ± 0,91	60,68 ± 0,31	45,72 ± 0,60	0,009 ± 0,000	0,975
	CPS4,5	109,73 ± 1,01	60,29 ± 0,58	49,44 ± 0,43	0,006 ± 0,000	0,970

τ_{oi} : Tensão inicial, τ_e : Tensão de equilíbrio, $\tau_{oi}-\tau_e$: Quantidade de estrutura degradada durante o cisalhamento, K_i : Constante cinética de degradação estrutural

Para as concentrações de CPS estudadas, observa-se que a diferença entre $\tau_{oi}-\tau_e$, que representa a quantidade de estrutura degradada durante o cisalhamento, aumenta com a concentração de CPS. Segundo Martin, 1993 citado por CORRÊA et al. (2005), o aumento da tixotropia tende a aumentar a vida de prateleira de um produto (“shelf-life”), pois durante o armazenamento, este apresenta viscosidade constante, o que dificulta a separação dos

constituintes da formulação. Isto se deve a maior energia requerida para romper a estrutura responsável pelo comportamento tempo-dependente.

O valor de K_i , velocidade de degradação estrutural, diminui com o aumento da concentração de CPS, nas temperaturas estudadas. Isto sugere que a amostra controle atinge mais rapidamente o equilíbrio, uma vez que a velocidade com que sua estrutura é destruída é maior. O aumento da concentração de CPS forma uma estrutura de gel mais forte sendo resultado de mais interações proteína-proteína.

4.2.3.2. Caracterização do comportamento de escoamento do fluido

De acordo com os resultados obtidos no estudo da tixotropia, para eliminar a influência do tempo no comportamento do escoamento das sobremesas, todas as amostras foram submetidas a uma taxa de deformação de 100 s^{-1} durante 3 minutos.

Analisando as Figuras 13 a 16, pode-se observar que a variação da tensão de cisalhamento obtida experimentalmente em função da taxa de deformação para as quatro formulações estudadas apresentaram reogramas típicos de um fluido pseudoplástico com tensão inicial (τ_0). As sobremesas lácteas caracterizaram-se como um fluido não-newtoniano com uma resistência inicial para escoar. Este comportamento também foi observado por outros autores em produtos similares (WISCHMANN et al., 2002; TARREGA & COSTELL, 2007).

Os modelos reológicos de Casson e Hershel-Bulkley foram ajustados aos dados experimentais de tensão de cisalhamento e taxa de deformação. Todos os parâmetros para ambos os modelos foram significativos ($p < 0,0001$).

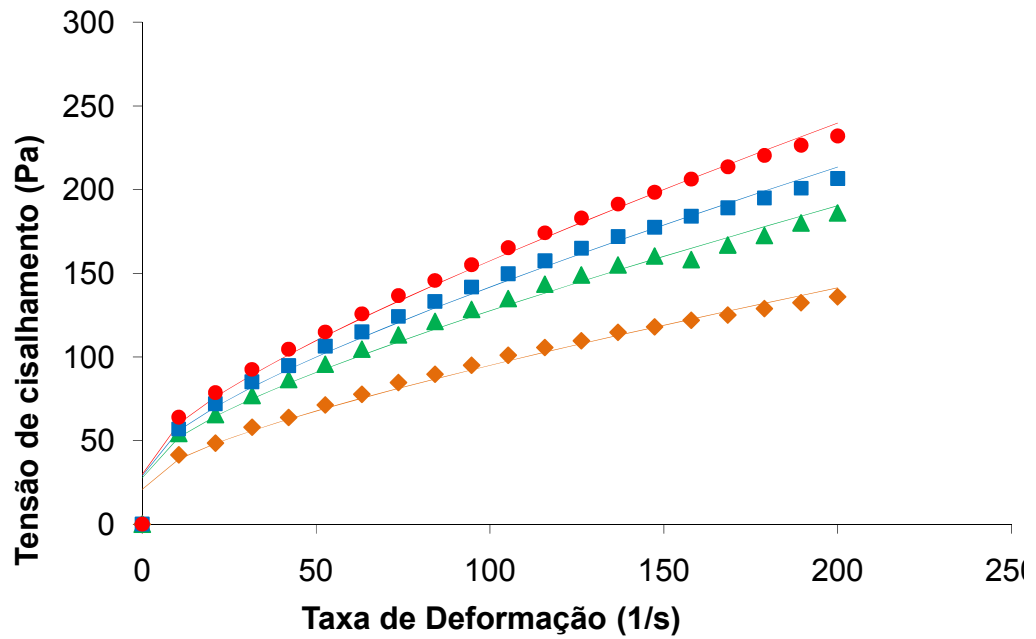


Figura 13 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Casson para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 10°C. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

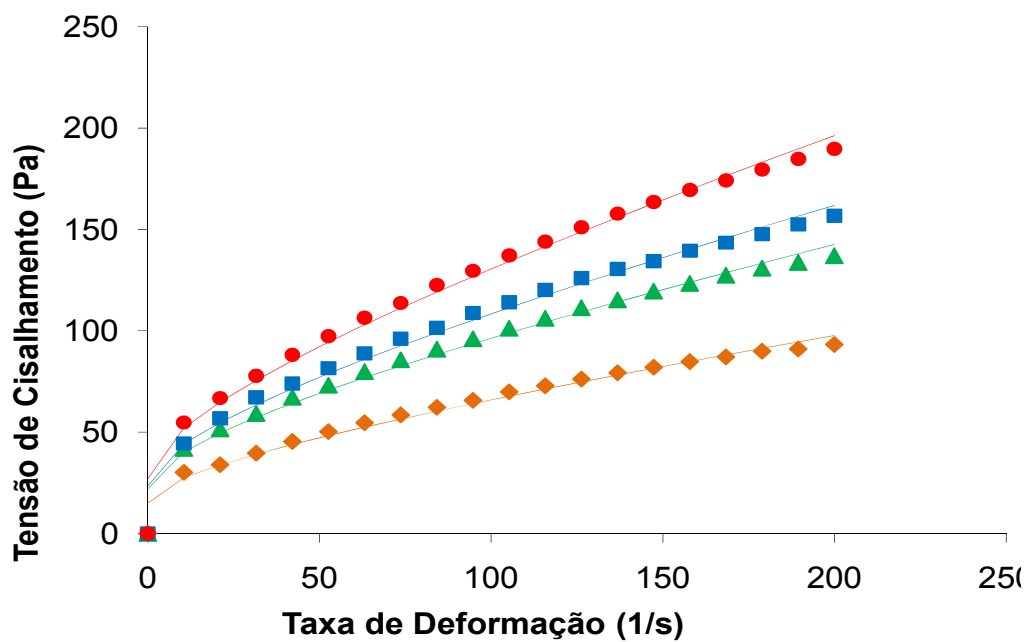


Figura 14 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Casson para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 25°C. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

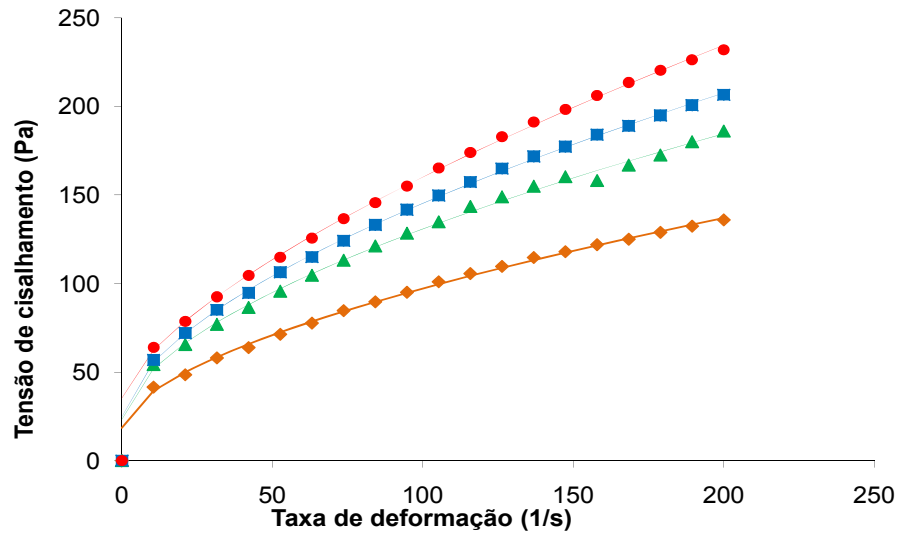


Figura 15 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Hershel-Bulkley para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 10°C. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

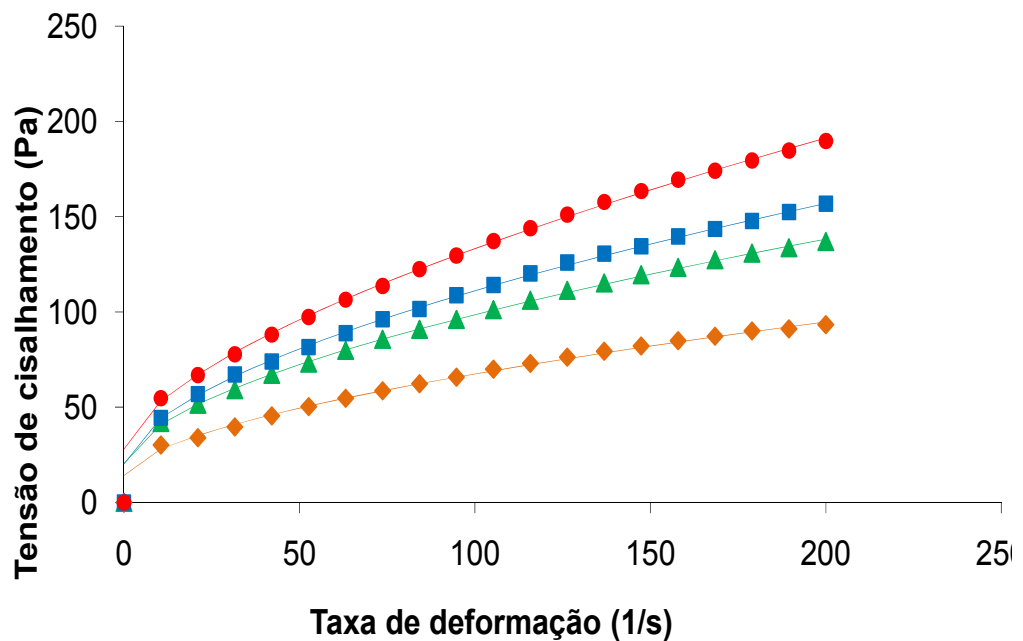


Figura 16 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo reológico de Hershey-Bulkley para os quatro tipos de sobremesa láctea à temperatura de 25°C. (♦ controle, ▲ CPS1,5, ■ CPS3,0, ● CPS4,5).

O modelo de Casson apresentou valores de coeficiente de determinação entre 0,973 e 0,984, nas temperaturas estudadas. A adição de CPS promoveu

um aumento nos valores de tensão inicial (τ_0) e índice de consistência (K) (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores dos parâmetros reológicos para as quatro formulações de sobremesa lácteas segundo o modelo de Casson.

T (°C)	Formulação	τ_0 (Pa)	K (Pa sⁿ)	R²
10	Controle	4,56 ± 0,24	0,52 ± 0,02	0,975
	CPS1,5	5,25 ± 0,29	0,60 ± 0,03	0,975
	CPS3,0	5,38 ± 0,27	0,65 ± 0,02	0,981
	CPS4,5	5,46 ± 0,27	0,71 ± 0,02	0,984
25	Controle	3,86 ± 0,21	0,43 ± 0,02	0,973
	CPS1,5	4,68 ± 0,25	0,51 ± 0,02	0,974
	CPS3,0	4,84 ± 0,25	0,56 ± 0,02	0,977
	CPS4,5	5,19 ± 0,26	0,62 ± 0,02	0,980

τ_0 : tensão inicial, K: índice de consistência

O modelo de Herschel-Bulkley proporcionou o melhor ajuste aos dados experimentais de tensão de cisalhamento versus taxa de deformação, apresentando maiores valores para o coeficiente de determinação nas temperaturas estudadas ($R^2 > 0,997$). Os valores de viscosidade aparente a 10 s^{-1} foram calculados a partir da equação Herschel-Bulkley. De acordo com Shama & Sherman (1973), esta viscosidade aparente foi selecionada como um possível índice prático de viscosidade sensorial. Estes autores sugerem que os estímulos de viscosidade sensorial variam em função das características do escoamento, e para alimentos mais viscosos estes estímulos parecem estar relacionados com a tensão de cisalhamento desenvolvida a uma taxa de deformação constante de 10 s^{-1} .

A tensão inicial representa a magnitude da plasticidade e indica a resistência das sobremesas lácteas a deformar-se permanentemente (COSTELL et al., 1982). De acordo com a Tabela 12, para uma determinada

temperatura, os valores de tensão inicial aumentaram com o acréscimo do CPS. Assim, a resistência estrutural a fluir tende a aumentar à medida que se aumenta a concentração de CPS. Este resultado sugere que o CPS aumenta a força estrutural interna.

A força estrutural interna é superada quando a tensão inicial é atingida. Quando a tensão é aumentada acima do limite de tensão inicial do alimento, a estrutura do material passa a deformar irreversivelmente (KEALY, 2006).

Tabela 12 - Valores dos parâmetros reológicos para as quatro formulações de sobremesa lácteas segundo o modelo de Herschel-Bulkley.

T (°C)	Formulação	τ_0 (Pa)	K_H (Pa s ⁿ)	n_H	R^2	η_{10} (PA s)
10	Controle	18,41 ± 2,85	5,22 ± 0,83	0,59 ± 0,03	0,998	3,87
	CPS1,5	23,21 ± 5,59	7,28 ± 1,65	0,58 ± 0,04	0,997	5,12
	CPS3,0	24,66 ± 2,35	7,58 ± 0,66	0,60 ± 0,01	0,999	5,49
	CPS4,5	35,23 ± 2,36	5,59 ± 0,52	0,67 ± 0,02	0,999	6,16
25	Controle	14,24 ± 2,32	3,41 ± 0,66	0,59 ± 0,03	0,998	2,78
	CPS1,5	20,44 ± 1,64	5,15 ± 0,48	0,59 ± 0,02	0,999	4,05
	CPS3,0	20,22 ± 1,77	6,03 ± 0,51	0,59 ± 0,01	0,999	4,36
	CPS4,5	28,04 ± 2,05	5,70 ± 0,52	0,63 ± 0,02	0,999	5,25

τ_0 : tensão inicial, K_H : índice de consistência, n_H : índice de comportamento do escoamento, η_{10} : viscosidade aparente a taxa de deformação de 10 s⁻¹

Todas as amostras apresentaram caráter pseudoplástico com valores de índice de comportamento ao escoamento (n) entre 0,58 e 0,67 à 10°C e entre 0,59 e 0,63 à 25°C.

4.3. Análise Descritiva Quantitativa

4.3.1. Recrutamento e pré-seleção dos provadores

Foram recrutados quarenta e cinco voluntários para compor a equipe sensorial e realizar os testes de pré-seleção. Destes, 19 acertaram pelo menos

75% dos testes triangulares, sendo 14 mulheres e 5 homens. Os dezenove provadores pré-selecionados participaram do levantamento dos termos descritivos para as amostras de sobremesas lácteas com diferentes concentrações de CPS.

4.3.2. Levantamento dos termos descritivos

No levantamento dos termos descritivos oito termos foram selecionados pela equipe como sendo os que melhor caracterizavam as amostras de flan. Os atributos levantados para avaliação das sobremesas foram: cor, firmeza, resistência ao corte, brilho, consistência, gomosidade, aroma e sabor de baunilha.

A adesividade não foi considerada um atributo que caracterizasse as amostras. Este resultado é semelhante ao encontrado na análise de textura instrumental (TPA) dos flans, que apresentaram valores nulos de adesividade.

Após a definição dos atributos foi confeccionada uma lista com os atributos, definições e padrões de referência para a sobremesa avaliada por meio da ADQ (Tabela 13) e uma ficha de avaliação utilizada nos testes preliminares e finais (Figura 17).

Tabela 13 - Atributos, definições e padrões de referência para as sobremesas tipo flan.

Termos descritivos	Definição	Padrão/Extremos da escala
Aparência		
BRILHO	Intensidade de luz refletida no produto, intensidade do brilho, contrario de opaco.	Fraco: Controle com 7% de amido Forte: sobremesa com 6,0% de CPS
COR	Intensidade da cor.	Claro: Controle com 7% de amido Escuro: sobremesa com 6,0% de CPS
FIRMEZA	Quantidade de deformação provocada pela compressão de uma colher sobre o produto antes de ocorrer o corte.	Pouco: Controle Muito: sobremesa com CPS6,0%
RESISTÊNCIA AO CORTE	Força necessária para provocar certa deformação observada na colher.	Pouco: Controle Muito: sobremesa com 6,0% de CPS
Aroma		
AROMA	Intensidade de aroma de baunilha.	Fraco: Controle com 0,15% de aroma de baunilha Forte: CPS4,5 com 0,35% de aroma de baunilha
Sabor		
SABOR BAUNILHA	Intensidade de sabor característico de baunilha.	Fraco: Controle com 0,15% de aroma de baunilha Forte: CPS4,5 com 0,35% de aroma de baunilha
Textura		
CONSISTÊNCIA	Representa a espessura do alimento na boca depois do mesmo ter sido comprimido para cima e para baixo por movimento da língua contra o palato.	Fraco: Controle Forte: sobremesa com 6,0% de CPS
GOMOSIDADE	Esforço requerido para desintegrar um produto. Quantidade de manipulação do alimento na língua contra o palato antes do alimento se desintegrar.	Pouco: Controle Muito: sobremesa com 6,0% de CPS

ADQ		
Nome: _____	Data: __/__/__	
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: _____		
Aparência		
<i>Cor</i>	Clara	Escura

<i>Firmeza</i>	Pouco	Muito

<i>Resistência ao corte</i>	Baixa	Alta

<i>Brilho</i>	Fraco	Forte

Textura		
<i>Consistência</i>	Pouco	Muito

<i>Gomosidade</i>	Pouco	Muito

Aroma		
<i>Aroma de baunilha</i>	Fraco	Forte

Sabor		
<i>Sabor de baunilha</i>	Fraco	Forte

Figura 17 - Modelo da ficha da ADQ empregada no teste preliminar e na avaliação final das amostras.

4.3.3. Seleção dos provadores

Após treinamento, avaliou-se o desempenho da equipe. Os provadores foram selecionados de acordo com sua capacidade de discriminar as amostras e repetir os resultados. Por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e repetição) por provador e para cada atributo sensorial, verificou-se o poder de discriminação (Tabela 14) e repetibilidade (Tabela 15) dos provadores.

A partir da análise dos resultados, foram selecionados nove provadores (P1, P4, P5, P7, P8, P11, P13, P16 e P17) para compor a equipe para avaliação final das quatro formulações.

Tabela 14 - Níveis de probabilidade de $F_{AMOSTRA}$ dos provadores para os atributos sensoriais da sobremesa láctea tipo flan.

Provador	Cor	Firmeza	Resistência ao corte	Brilho	Consistência	Gomosidade	Aroma	Sabor de baunilha
P1	0,0001	0,0109	0,0766	0,0007	0,0035	0,0002	0,0008	<0,0001
P2	0,0007	0,0166	0,025	0,4899	0,0493	0,0521	0,0400	0,0491
P3*	0,0123	0,0013	0,0064	0,6964	0,0039	0,0034	0,0022	0,0033
P4	0,0002	0,0004	0,0002	0,0005	<0,0001	<0,0001	0,0004	0,0007
P5	0,0037	0,0004	0,0014	0,0003	0,0004	0,0005	0,0011	0,0019
P6*	0,0011	0,2170	0,9478	0,3412	0,1293	0,0439	0,0253	0,0218
P7	0,0016	0,0255	0,0044	0,0226	0,0411	0,037	0,0105	0,0123
P8	0,0065	0,0067	0,0059	0,0162	0,0214	0,0829	0,118	0,0002
P9*	0,0033	0,0238	0,0072	0,0300	0,0716	0,0133	0,7453	0,8724
P10*	0,0094	0,0822	0,2145	0,2656	0,1265	0,0887	1,0000	0,7635
P11	0,0027	0,0002	0,0111	0,0102	0,0022	0,0016	0,0024	0,0011
P12*	0,0008	0,0014	0,0078	0,5511	0,0012	0,0014	0,0003	<0,0001
P13	0,0035	<0,0001	<0,0001	0,0308	<0,0001	<0,0001	0,0377	0,0198
P14*	0,0009	0,0087	0,0247	0,8740	0,006	0,0033	0,0490	0,0926
P15	0,0059	0,1835	0,0007	0,0272	0,0063	0,0816	0,0063	0,0816
P16	0,003	0,0981	0,1697	0,0392	0,1408	0,1364	0,0051	0,0010
P17	0,0088	0,005	0,0093	0,006	0,0017	0,0008	0,0051	0,0747
P18	0,0024	0,0011	0,0030	0,1248	0,0002	0,0005	0,8277	0,3169
P19*	0,0024	0,0009	0,0061	0,5687	0,0075	0,0068	0,0127	0,0086

* - Provador dispensado por não discriminar as amostras.

Tabela 15 - Níveis de probabilidade de $F_{\text{REPETIÇÃO}}$ dos provadores para os atributos sensoriais da sobremesa láctea tipo flan.

Provador	Cor	Firmeza	Resistência ao corte	Brilho	Consistência	Gomosidade	Aroma	Sabor de baunilha
P1	0,4091	0,4557	0,4116	0,5000	0,4809	0,7500	0,5568	1,0000
P2*	0,8125	0,9188	0,3352	0,0312	0,6254	0,6211	0,4258	0,7060
P3	0,5000	0,4158	0,5000	0,5482	0,7065	0,7423	0,4366	0,5764
P4	0,9286	0,4318	0,5000	0,8750	0,1250	0,3000	0,7308	0,8043
P5	0,5993	0,3800	0,6442	0,2097	0,4318	0,8750	1,0000	0,9100
P6	0,4385	0,5108	0,7745	0,7589	0,9015	0,7101	0,2772	0,3043
P7	0,7979	0,3624	0,0645	0,9393	0,5692	0,5446	0,5837	0,9214
P8	0,6505	0,1004	0,2131	0,0752	0,2647	0,4645	0,5194	0,3500
P9	0,9946	0,2159	0,2337	0,6656	0,3518	0,1617	0,6915	0,7365
P10	0,5625	0,4830	0,4954	0,6301	0,4216	0,2340	0,9643	0,9121
P11	0,4267	0,2600	0,6663	0,6579	0,6215	0,6059	0,2168	0,0805
P12	0,8269	0,6837	0,7900	0,9951	0,8636	0,7625	0,5714	0,2000
P13	0,5000	1,0000	1,0000	0,5000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000
P14*	0,2097	0,9864	0,9266	0,0243	0,3329	0,6724	0,3449	0,4709
P15*	0,3981	0,4192	0,0305	0,6894	0,5474	0,3254	0,5474	0,3254
P16	0,6199	0,5000	0,6017	0,2610	0,5371	0,5229	0,3129	0,5000
P17	0,7874	0,5000	0,8381	0,1522	0,5000	0,3250	0,2891	0,5676
P18*	0,5000	0,0134	0,3274	0,4246	0,0520	0,0769	0,0183	0,2872
P19	0,2846	0,5000	0,5000	0,9872	0,9372	0,9525	0,2508	0,5000

* - Provador dispensado por não apresentar repetibilidade.

4.4.4. Avaliação final das amostras

A avaliação dos resultados foi realizada por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e provador) e interação amostra x provador. Os oito atributos avaliados demonstraram haver efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação amostra*provador (Tabela 16). O teste para efeito de amostras foi realizado novamente, utilizando o quadrado médio da interação amostra x provador como denominador (F versus interação), como proposto por STONE e SIDEL (1974). A existência de interação indica que há pelo menos um provador avaliando as amostras de forma diferente da equipe. Esta ocorrência é comum e difícil de ser evitada na análise sensorial (SILVA & DAMASIO, 1994 citado por RICHTER, 2006).

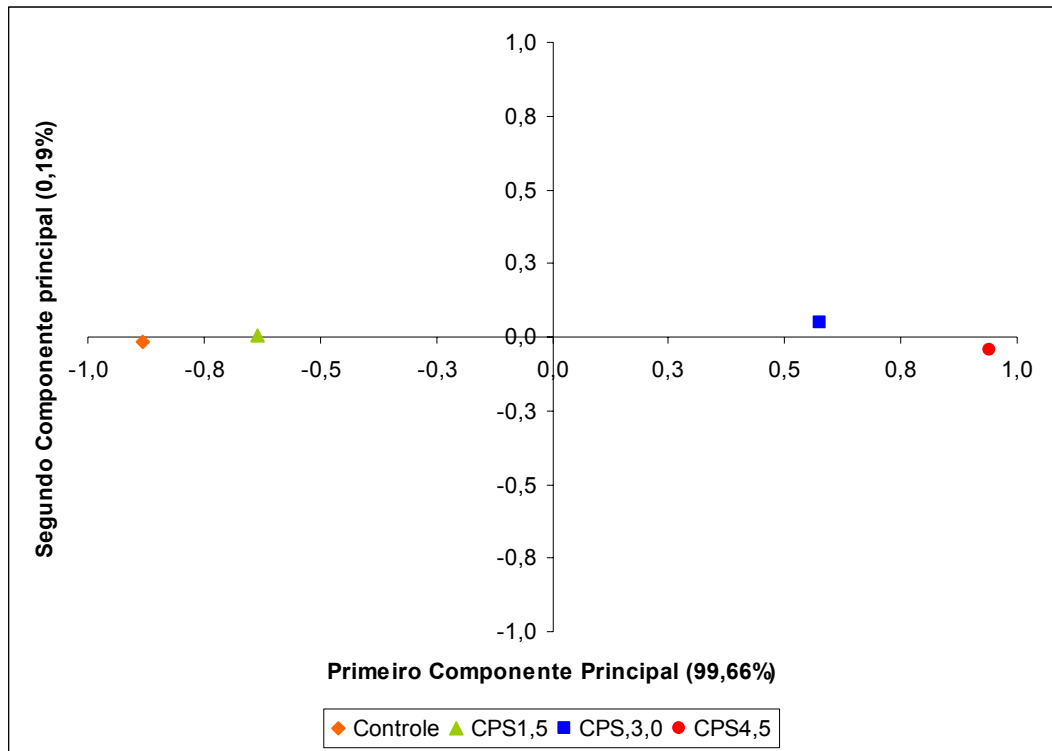
As amostras diferiram entre si ($p < 0,0001$) pelo teste F para todos os atributos avaliados.

A Figura 18 - A e B é uma projeção dos resultados obtidos da análise de componentes principais (ACP) para as amostras de sobremesas láctea com baixo teor de gordura.

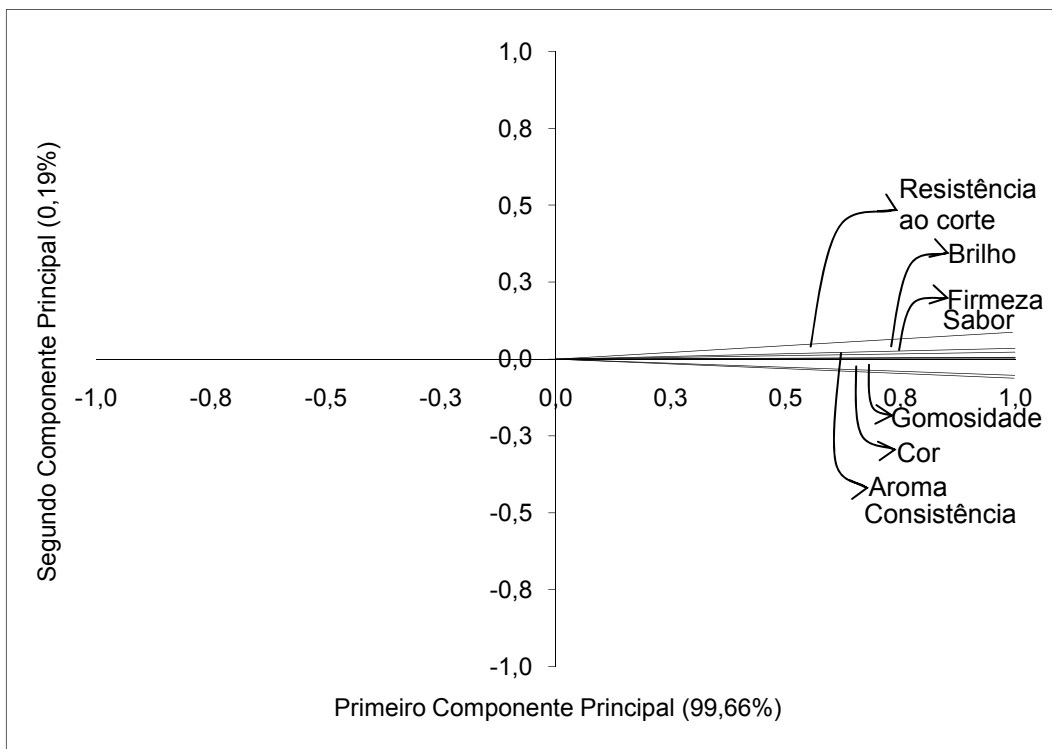
Tabela 16 - Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de sobremesa láctea.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob.	F	Prob.
Cor	A	3	370,1492	984,15*	<0,0001	148,45*	<0,0001
	P	8	3,9171	10,41			
	A*P	24	2,4935	6,63*	<0,0001		
	Res	72	0,3761				
Firmeza	A	3	415,1329	609,16*	<0,0001	128,99*	<0,0001
	P	8	0,5669	0,83			
	A*P	24	3,2183	4,72*	<0,0001		
	Res	72	0,6815				
Resistência ao corte	A	3	422,2942	682,75*	<0,0001	147,59*	<0,0001
	P	8	0,5749	0,93			
	A*P	24	2,8612	4,63*	<0,0001		
	Res	72	0,6185				
Brilho	A	3	64,7530	38,87*	<0,0001	2,18*	
	P	8	26,1664	15,71			
	A*P	24	29,6923	17,82*	<0,0001		
	Res	72	1,6660				
Aroma	A	3	282,4674	376,25*	<0,0001	39,16*	<0,0001
	P	8	6,8072	9,07			
	A*P	24	7,2134	9,61*	<0,0001		
	Res	72	0,7507				
Sabor baunilha	A	3	263,7672	227,62*	<0,0001	26,30*	<0,0001
	P	8	11,6995	10,10			
	A*P	24	10,0310	8,66*	<0,0001		
	Res	72	1,1588				
Consistência	A	3	416,6166	636,96*	<0,0001	167,18*	<0,0001
	P	8	2,1195	3,24			
	A*P	24	2,4891	3,81*	<0,0001		
	Res	72	0,6541				
Gomosidade	A	3	385,4223	676,29*	<0,0001	91,78*	<0,0001
	P	8	6,0315	10,58			
	A*P	24	4,1993	7,37*	<0,0001		
	Res	72	0,5699				

A = Amostra; P = Proveedor; A*P = Interação Amostra versus Proveedor; Res = Resíduo;
* significativo ao nível de 5 % de probabilidade.



A - Dispersão das quatro amostras em relação aos dois primeiros componentes principais.



B - "Loadings" (cargas) - Correlação entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais.

Figura 18 - Análise de Componentes Principais dos atributos sensoriais para as amostras de sobremesa láctea com diferentes concentrações de CPS.

O primeiro componente principal explica 99,66% da variação dos dados, sendo suficiente para discriminar as amostras quanto a seus atributos sensoriais. A separação especial das quatro formulações sugere a formação de dois grupos distintos, um grupo formado pelas amostras controle e CPS1,5 e outro grupo formado por CPS3,0 e CPS4,5 (Figura 18 - A).

Na Figura 18 - B, temos as correlações entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais. Neste gráfico, os atributos sensoriais são representados por vetores. Cada abcissa 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 estão correlacionados ($p < 0,006$) apenas com o primeiro componente principal (Tabela 17). Portanto, pela ACP apenas uma dimensão foi identificada e está associada com a concentração de CPS.

Tabela 17 - "Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais.

ATRIBUTOS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	Y1		Y2	
	r	p	r	p
Cor	0,997	0,003	-0,077	0,923
Firmeza	0,999	0,001	0,023	0,977
Resistência ao corte	0,999	0,001	0,041	0,959
Brilho	0,999	0,001	0,008	0,992
Consistência	0,999	0,001	0,015	0,985
Gomosidade	0,999	0,001	-0,053	0,947
Aroma	0,999	<0,0001	0,003	0,997
Sabor de baunilha	0,994	0,006	0,054	0,946

r: Coeficiente de correlação de Pearson; p: Nível de significância.

A Figura 18 - A e B sugere que todos os atributos de aparência, textura, sabor e aroma (correlações positivas com o primeiro componente principal) estão presentes em maior intensidade nas formulações contendo 3,0 e 4,5% de

CPS, pois estas se localizam à direita da Figura 18 - A (lado positivo do eixo horizontal). Já as formulações controle e CPS1,5, localizado do lado esquerdo da Figura 18 - A (lado negativo do eixo horizontal) possuem esses atributos em menor intensidade.

Pode-se observar que houve aumento da intensidade dos atributos firmeza, resistência ao corte, consistência e gomosidade com o aumento na concentração de CPS. Isto mostra que o CPS foi efetivo na composição da textura.

Apesar das formulações apresentarem a mesma concentração de aroma de baunilha, as amostras diferiram entre si em relação aos atributos aroma e sabor de baunilha. As amostras CPS3,0 e CPS4,5 apresentaram maior intensidade deste atributo. De acordo com Prindiville, Marshall & Heymann (2000), as proteínas do soro podem imitar a gordura em termos de textura e retenção de aroma. Segundo Hansen & Heinis (1991) e Plug & Haring (1993) citados por Kersiene et al. (2008), ligações entre componentes do aroma e proteínas são geralmente fracas e incluem ligações reversíveis, como forças de Van der Waals, pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas. Entretanto, esses autores sugerem que reações químicas podem ocorrer entre os componentes voláteis e proteínas, conduzindo a uma ligação forte ou irreversível.

Em relação ao brilho, as formulações CPS3,0 e CPS4,5 são semelhantes, apresentando maior intensidade deste atributo. Assim como na análise instrumental de cor, as amostras controle e CPS1,5 foram as mais claras.

4.4. Teste de Aceitação

Os resultados da aceitabilidade sensorial quanto a porcentagem de aceitação, indiferença e rejeição das quatro formulações de sobremesa láctea sem gordura em relação a textura e impressão global estão apresentados na Tabela 18. Para ambos os atributos, as formulações sem gordura foram classificadas pela maioria dos consumidores entre os termos hedônicos “gostei

extremamente” e “gostei ligeiramente” (região de aprovação), indicando que foram bem aceitas.

Tabela 18 - Porcentagem de aprovação, indiferença e rejeição das quatro formulações de sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS em relação à textura e impressão.

Formulações	Textura			Impressão global		
	% de aprovação	% de indiferença	% de rejeição	% de aprovação	% de indiferença	% de rejeição
Controle	79,79	3,19	17,02	80,86	9,57	9,57
CPS1,5	87,23	3,19	9,58	91,49	0,00	8,51
CPS3,0	91,49	3,19	5,32	92,55	2,13	5,32
CPS4,5	78,72	5,32	15,96	84,04	3,19	12,77

% de aprovação: porcentagem de notas hedônicas de 6 a 9; % de indiferença: porcentagem de nota hedônica 5; % de rejeição: porcentagem de notas hedônicas de 1 a 4.

As formulações CPS1,5 e CPS3,0 apresentaram maior porcentagem de aprovação que as formulações controle e CPS4,5, em relação a textura e impressão global.

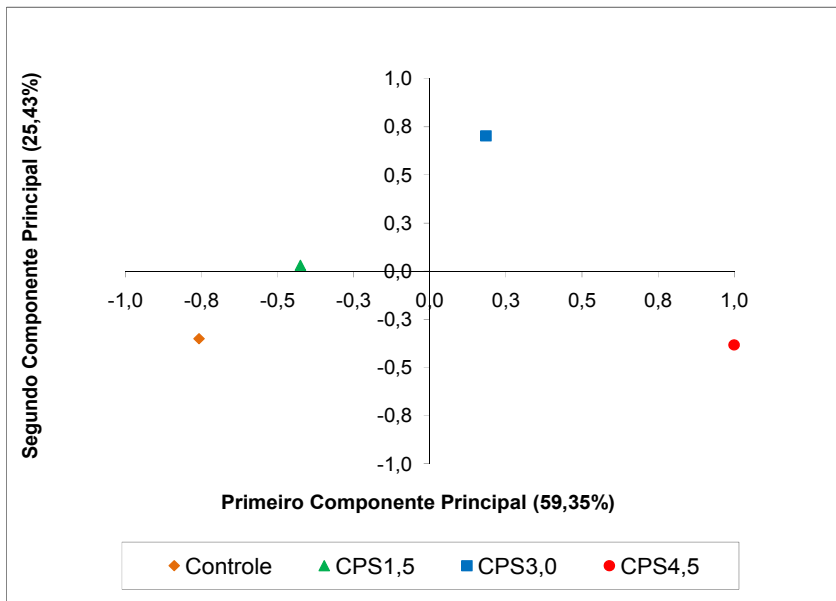
4.4.1. Mapa de preferência interno quanto à textura

Com os dados obtidos no teste de aceitação para as quatro formulações estudadas em relação a textura foi realizado a análise de mapa de preferência interno que está apresentado na Figura 19.

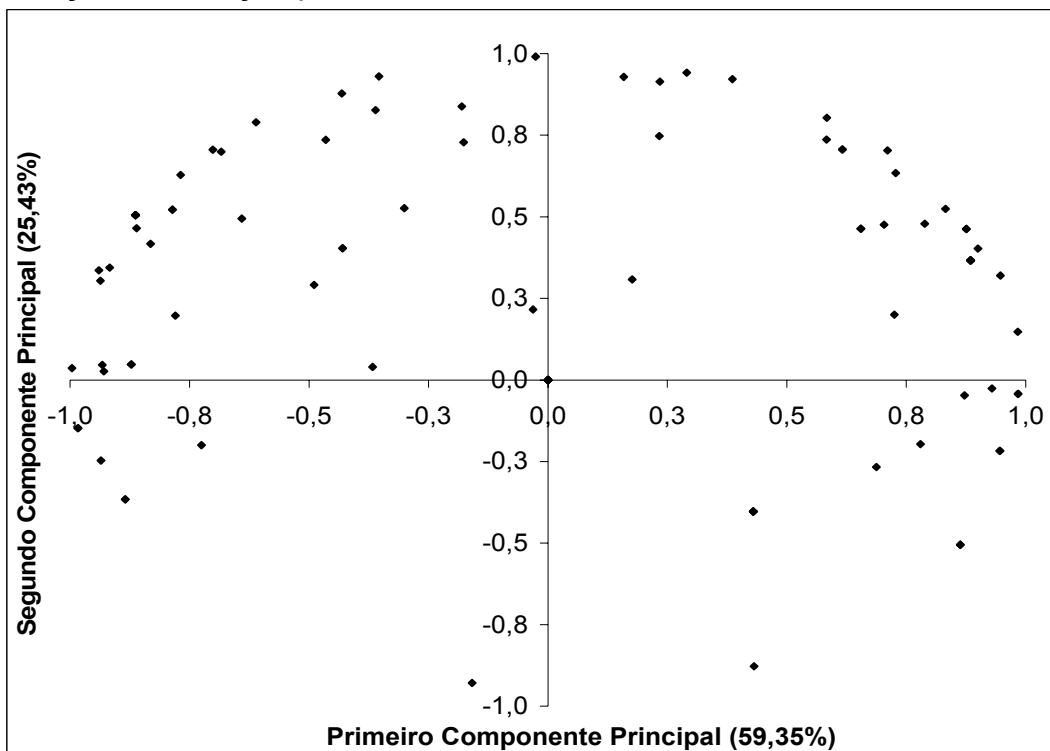
A partir da Figura 19 A e B, pode-se observar que o primeiro componente principal explica 59,35% da variação de aceitação entre as amostras e o segundo 25,43%. Os dois explicam 83,78% da variância total dos dados de aceitação, sendo considerados suficientes para discriminar as amostras quanto a aceitação. A separação espacial das amostras indica que há a formação de quatro grupos que diferem entre si na aceitação, quanto a textura.

Cada ponto na Figura 19-B representa a correlação entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois primeiros componentes principais, ou

seja, cada ponto está associado a um consumidor. A correlação de consumidores com pelo menos um dos componentes indica diferença na aceitação das amostras. Desta forma, os consumidores localizados na região central do gráfico não estão correlacionados com nenhum dos dois componentes e, portanto, não discriminam as amostras quanto à aceitação.



A - Dispersão das amostras de flan com diferentes concentrações de CPS em relação à aceitação pelos consumidores.



B - "Loadings" (Cargas) – Correlação entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais (♦ consumidores).

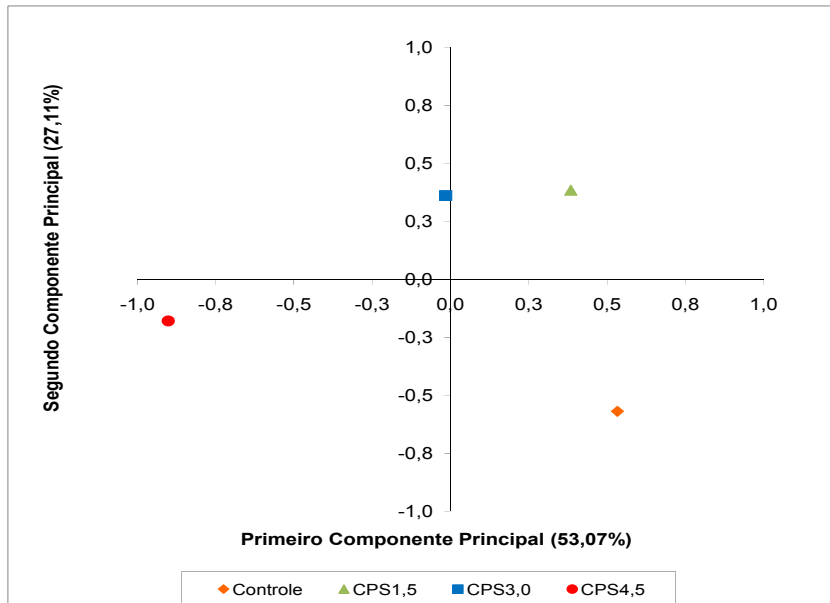
Figura 19 - Mapa de Preferência Interno para as quatro formulações de sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS em relação à textura.

As amostras de sobremesa láctea sem gordura diferiram entre si quanto à aceitação pelos consumidores. No MDPREF os consumidores ficam localizados próximos às amostras que eles gostaram. Desta forma, em relação à textura, as amostras CPS1,5 e CPS3,0 foram a mais aceitas pelos consumidores, pois a maior parte deles encontra-se na região próxima a estas amostras. Já a amostra controle (localizada no terceiro quadrante) foi a menos aceita dentre as quatro amostras avaliadas. Os consumidores relataram que esta amostra apresentava textura pouco firme, enquanto a formulação CPS4,5 era muito consistente.

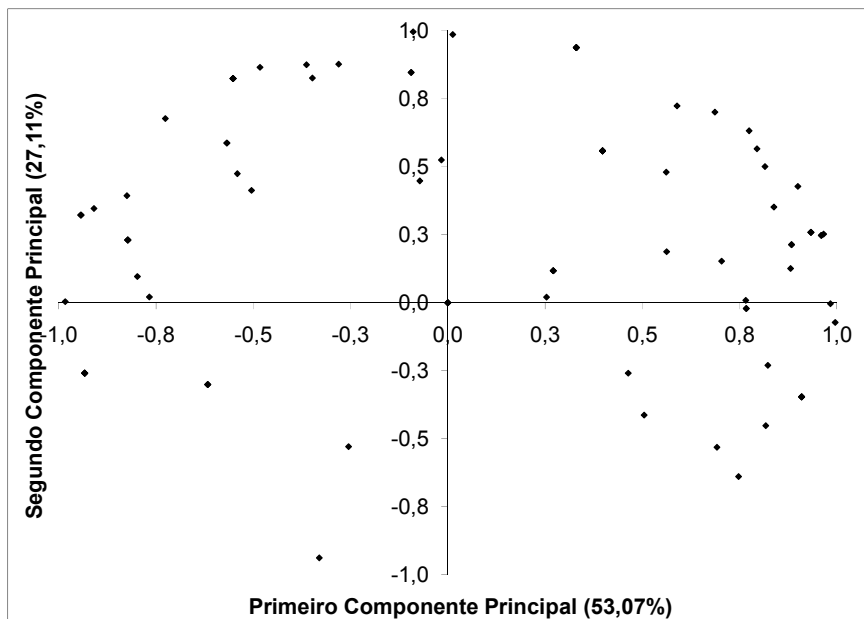
Oliveira (2002) avaliando a dureza de pudins (com açúcar e dietéticos) e flans comerciais por meio da análise de instrumental observou que este parâmetro influenciou a aceitação desses produtos. As amostras que apresentaram valores de dureza muito baixos ou muito altos tiveram menor índice de aprovação, sendo a sobremesa com perfil intermediário de textura a mais aceita.

4.4.2. Mapa de preferência interno quanto à impressão global

O primeiro componente principal explica 53,07% da variação dos dados e o segundo 27,11%, totalizando, portanto, 80,18% da variância entre as amostras quanto à aceitação (Figura 20). Na Figura 20-A, nota-se que a separação espacial das formulações para o atributo impressão global teve o mesmo comportamento quando comparado ao atributo textura, ocorrendo formação de quatro grupos distintos. As formulações CPS1,5 e CPS3,0 foram as mais aceitas, enquanto a CPS4,5 apresentou menor aceitação.



A - Dispersão das amostras de flan com diferentes concentrações de CPS em relação à aceitação pelos consumidores.



B - “Loadings” (Cargas) – Correlação entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais (♦ consumidores).

Figura 20 - Mapa de Preferência Interno para as quatro formulações de sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS em relação à impressão global.

A adição de até 3,0% de CPS (CPS3,0) favoreceu a aceitabilidade da sobremesa láctea tipo flan sem gordura, proporcionando características de textura, sabor e aroma agradáveis aos consumidores.

4.5. Correlação entre medidas instrumental e sensorial

A correlação entre os parâmetros de cor e textura instrumental e sensorial foi determinada utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (r).

De acordo com a Tabela 19, todos os parâmetros de cor instrumental correlacionaram significativamente ($p \leq 0,02$) com os dados de cor obtidos por meio da ADQ. A cor sensorial foi correlacionada positivamente com os parâmetros a^* (componente vermelho-verde), b^* (componente amarelo-azul) e C^* (índice de saturação) ($r=0,98$ para cada parâmetro) e apresentou correlação negativa com os parâmetros L^* (luminosidade) ($r=-0,91$) e h^* (tonalidade cromática) ($r=-0,99$).

Tabela 19 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre os parâmetros de cor instrumental e sensorial.

Parâmetros de cor instrumental	Cor ADQ	
	r	p
L^* (luminosidade)	-0,91	0,01
b^* (componente amarelo-azul)	0,98	0,02
a^* (componente vermelho-verde)	0,98	0,02
C^* (índice de saturação)	0,98	0,02
h^* (tonalidade cromática)	-0,99	0,01

r: Coeficiente de correlação de Pearson; p: Nível de significância

Na Tabela 20, encontra-se os coeficientes de correlação de Pearson entre consistência sensorial e os parâmetros reológicos a 10°C e a 25°C. Considerando os parâmetros tixotrópicos, a quantidade de estrutura que se degrada durante o cisalhamento ($\tau_{oi} - \tau_e$) apresentou correlação significativa ($r=0,87$ a 10°C e $r=0,91$ a 25°C). A velocidade de degradação estrutural (K_i) não correlacionou significativamente ($p > 0,20$) com a consistência oral a 10°C,

mas apresentou correlação negativa significativa ($r=-0,90$) a 25°C . Segundo Engelen et al. (2003), a temperatura de 25°C é a temperatura oral desenvolvida durante o consumo de sobremesa láctea a 10°C .

Tabela 20 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre consistência sensorial e os parâmetros reológicos a 10°C e 25°C .

T ($^{\circ}\text{C}$)	Parâmetros reológicos	Consistência ADQ	
		r	p
10	$\tau_{oi}-\tau_e$	0,87	0,13
	K_i	-0,79	0,21
	τ_0	0,85	0,15
	K	0,11	0,89
	n	0,79	0,21
	η_{10}	0,87	0,13
25	$\tau_{oi}-\tau_e$	0,91	0,09
	K_i	-0,90	0,10
	τ_0	0,81	0,19
	K	0,80	0,20
	n	0,61	0,39
	η_{10}	0,87	0,13

A consistência sensorial apresentou correlação com os valores de tensão inicial (τ_0) ($r=0,85$ a 10°C e $r=0,81$ a 25°C) e de viscosidade aparente a 10 s^{-1} (η_{10}) ($r=0,87$ para ambas as temperaturas). Segundo van Vliet (2002), a consistência de um produto com alta tensão inicial está relacionada com a tensão requerida para iniciar o escoamento. A correlação entre consistência oral e η_{10} confirma a proposta de Shama & Sherman (1973). Estes autores propuseram que o valor de viscosidade aparente a taxa de deformação de 10 s^{-1} seria um possível índice de consistência sensorial para produtos semi-sólidos. Tárrega & Costell (2007) avaliando sobremesas lácteas comerciais também encontraram boa correlação ($p\leq 0,14$) entre consistência oral e valores de tensão inicial (τ_0) e de viscosidade aparente a 10 s^{-1} a 25°C . O índice de comportamento do escoamento (n) não está correlacionado ($p>0,21$) com a

consistência nas duas temperaturas estudadas. O índice de consistência (K) a 25°C correlacionou positivamente ($r=0,80$) com o atributo de textura sensorial.

Estes resultados sugerem que as análises reológicas a temperatura de 25°C fornecem parâmetros que melhor se correlacionam com a consistência oral.

A consistência oral das sobremesas lácteas apresentou correlação significativa ($p<0,08$) com os valores de firmeza instrumental (Tabela 21). Os parâmetros elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade não correlacionaram significativamente ($p>0,32$) com esta propriedade sensorial.

Tabela 21 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre os parâmetros de textura instrumental (TPA) e consistência sensorial.

Parâmetros de textura instrumental (TPA)	Consistência ADQ	
	r	p
Firmeza	0,92	0,08
Elasticidade	0,67	0,33
Coesividade	-0,52	0,48
Gomosidade	0,67	0,33
Mastigabilidade	0,68	0,32

Portanto, apenas o parâmetro firmeza correlacionou-se com a consistência oral. A não correlação dos outros atributos pode ser atribuída a diferenças entre o processo de mastigação e a metodologia instrumental usada. A temperatura de avaliação das amostras pode ter sido um fator limitante, uma vez que as análises foram conduzidas à temperatura de refrigeração enquanto que a temperatura que a sobremesa atinge na boca é de 25°C. Entretanto, muitos autores descrevem a análise de textura instrumental à temperatura de refrigeração (OLIVEIRA, 2002; RICHTER, 2006; LOBATO, 2006; HUANG et al.,2007).

A correlação entre medidas instrumental e sensorial fornece informações de uso prático para a indústria de alimentos. A partir dos parâmetros de escoamento, τ_0 , K e η_{10} , dos parâmetros tixotrópicos, $\tau_{oi}-\tau_e$ e K_i ou da firmeza instrumental (TPA) pode-se prever a consistência das sobremesas lácteas percebida sensorialmente.

5. CONCLUSÕES

A adição de CPS realçou a cor das sobremesas lácteas. Os flans contendo 3,0% e 4,5% de CPS caracterizaram-se como sendo os mais amarelados e escuros.

Em relação ao perfil de textura instrumental, as formulações adicionadas de CPS apresentaram maior firmeza, mastigabilidade e gomosidade em comparação à amostra controle, contribuindo assim, para a textura da sobremesa láctea sem gordura.

As sobremesas lácteas apresentaram comportamento tixotrópico descrito pelo modelo cinético proposto por Figoni & Shoemaker. A estabilidade das sobremesas lácteas aumentou com a adição de CPS, podendo resultar na extensão da vida útil do produto.

Todas as formulações, independente da temperatura, apresentaram comportamento de Hershel-Bulkley com tensão inicial.

Oito atributos foram levantados por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para as sobremesas com diferentes concentrações de CPS: cor, firmeza, resistência ao corte, brilho, consistência, gomosidade, aroma e sabor de baunilha. O aumento da concentração de CPS promoveu um aumento dos escores de todos os atributos levantados.

A Análise de Componente Principal (APC) mostrou-se uma ferramenta muito valiosa na análise dos resultados dos parâmetros de cor e textura instrumental, dos atributos levantados durante a realização da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e dos dados de aceitação. ACP permite uma melhor visualização dos resultados, já que identifica a maior parte da variação dos dados e extrai estas como componentes.

A correlação entre a cor avaliada pela equipe treinada e todos os parâmetros instrumentais foi significativa ($p < 0,02$), ou seja, os parâmetros de cor podem substituir a avaliação sensorial.

As análises reológicas a temperatura de 25°C forneceram parâmetros que melhor se correlacionaram com a consistência oral. Mostrando, assim, que

a temperatura exerce grande importância na correlação entre medidas sensoriais e instrumentais.

Os parâmetros de fluxo, tensão inicial (τ_0), índice de consistência (K_H) e viscosidade aparente a 10 s^{-1} (η_{10}), os parâmetros tixotrópicos, quantidade de estrutura degradada durante o cisalhamento ($\tau_{oi} - \tau_e$) e velocidade de degradação estrutural (K_i) ou a firmeza instrumental (TPA) podem ser índices úteis de consistência sensorial.

Os parâmetros reológicos apresentaram maior correlação com a consistência obtida sensorialmente pelo painel treinado quando comparado com os parâmetros de textura instrumental (TPA).

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a adição de 1,5% e 3,0% de CPS favoreceu a aceitabilidade pelos consumidores, constituindo excelentes opções de formulações para o novo produto. A adição de 1,5% de CPS seria economicamente mais viável para a indústria de alimentos. No entanto, a formulação contendo 3,0% de CPS seria interessante para os consumidores por conter maior concentração de proteínas bioativas.

Também deve-se levar em consideração que para aumentar a consistência da formulação sem CPS seria necessário adicionar maior concentração de carragena que apresenta maior custo em relação ao CPS. A adição de espessante, além de aumentar o custo do produto, não favorece a cor, o aroma e o sabor da sobremesa como o CPS.

Sendo assim, as sobremesas lácteas sem gordura adicionadas de 1,5 e 3,0% de CPS mostraram-se tecnologicamente viáveis para participar do mercado de produtos lácteos diet.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABU-JDAYIL, B. Modelling the time-dependent rheological behaviour of semisolid foodstuffs. **Journal of Food Engineering**, v. 57, p. 97–102, 2003.
- AGUILERA, J.M.; ROJAS, E. Rheological, thermal and microstructural properties of whey protein-cassava starch gels. **Journal Food Science**, v. 61, p. 962-966, 1996.
- AL-MALAH, K.I.; AZZAM, M.O.J; ABU-JDAYIL, B. Effect of glucose concentration on the rheological properties of wheat-starch dispersions. **Food Hydrocolloids**, v. 14, p. 491–496, 2000.
- 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**, v.23, p. 183-189, 2003.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997**. Disponível em: www.anvisa.gov.br/legis/portarias/540_97.htm. Acesso em 17 jun 2008.
- 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>>.
- BEM-HASSAN, R.M.; GHALY, A.E. Continuous propagation of *Kluyveromyces fragilis* in cheese whey for pollution potential reduction. **Applied Biochemistry and Biotechnology**. Vol.47, p.89-105. 1994.
- BOYE, J.I.; ALLI, I., ISMAIL, A. A.; GIBBS, B.F.; KONISHI, Y. Factors Affecting Molecular Characteristics of Whey Protein Gelation. **Dairy Journal**, v. 5, p. 337-353, 1995.
- 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.
- BRYANT, C.M.; MCCLEMENTS, J.D. Molecular basis of protein functionality with special consideration of cold-set gels derived from heat-denatured whey. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, p. 143-151, 1998.
- CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. Alimentos para fins especiais: dietéticos. São Paulo: Livraria Varela, 1996, 423p.
- 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.

CAPRON, I.; NICOLAI, T.; DURAND, D. Heat induced aggregation and gelation of b-lactoglobulin in the presence of k-carrageenan. **Food Hydrocolloids**, v. 13, p. 1-5, 1999.

COCHRAN, W. G. & COX, G. M. **Experimental resign**. 2^oed. New York. Willey Inc. 1957.

DE VRIES, J. Interaction of carrageenan with other ingredients in dairy dessert gels. In P. A. Williams & G. O. Philips (Eds.). **Gums and stabilisers for the food industry** v. 11, p. 201–210. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2002.

DE WIJK, R. A.; GERMERT, L.J.V.; TERPSTRA, M.E.J.; WILKINSON, C. L. Texture of semi-solids; sensory and instrumental measurements on vanilla custard desserts. **Food Quality and Preference**, v.14, p. 305–307, 2003.

DE WIJK, R. A.; TERPSTRA, M.E.J.; JANSSEN, A.M.; PRINZ, J.F. Perceived creaminess of semi-solid foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 412–422, 2006.

DE WIJK, R. A.; PRINZ, J.F.; JANSSEN, A.M. Explaining perceived oral texture of starch-based custard desserts from standard and novel instrumental tests. **Food Hydrocolloids**, v. 20, p. 24–34, 2006.

DELLA LUCIA, F. **Avaliação físico-química e sensorial de leite U.A.T. (Ultra Alta Temperatura) produzido no Brasil e na Argentina**. Viçosa: UFV. 1999.72p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, 1999.

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.

DOUBLIER, J.L.; DURAND, S. A rheological characterization of semi-solid dairy systems. **Food Chemistry**, v. 108, p. 1169–1175, 2008.

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.

DZIEZAK, J.D. A focus on gums. **Food Technology**, v. 45, n.3, p. 117-132, 1991.

ELMORE, J.R.; HEYMANN, H.; JOHNSON, J.; HEWETT, J.E. Preference mapping: relating acceptance of “creaminess” to a descriptive sensory map of a semisolid. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 465-475, 1999.

ENGELLEN, 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.

ELOFSSON, C. U.; DEJMEK, P.; PAULSSON, M.; BURLING, H. Characterization of a Cold-Gelling Whey Protein Concentrate. **Dairy Journal**, v. 7, p. 601-608, 1997.

FIGONI, P.I.; SHOEMAKER, C.F. Characterization of structure breakdown of foods from their flow properties. **Journal of Texture Studies**, v. 12, p. 287-305, 1981.

FIGONI, P.I.; SHOEMAKER, C.F. Characterization of time dependent flow properties on mayonnaise under steady shear. **Journal Texture Studies**, v. 114, p. 431-442, 1983.

FLORENCIO, I.; SANTOS, R.A.; ARAÚJO, M.S.; MARTINS, R.S.; ALVES, R.M.; FLORENCIO, E.R. **Adsorção e quantificação das proteínas do lacto soro por adição de quitosana e correlação percentual ao método de coagulação ácido térmico**. ANAIS. 25° CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 2008

FOEGEDING, E. A. Rheology and sensory texture of biopolymer gels. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 12, p. 242–250, 2007.

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

GONZÁLEZ-TOMÁS, L.; BAYARRI, S.; TAYLOR, A.J.; COSTELL, E. Rheology, flavour release and perception of low-fat dairy desserts. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 858-866, 2008.

GONZÁLEZ-TOMÁS, L. & COSTELL, E. Relation between consumers' perceptions of color and texture of dairy desserts and instrumental measurements using a generalized procrustes analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 4511–4519, 2006.

GRASSELLI, M.; NAVARRO, A.; FERNANDEZ, H.L.; MIRANDA, M.V.; CAMPERI Y OSVALDO CASCONI. Que hacer com el suero de queso. **Ciência Hoy**. v.43, p.27-35, 1997.

HUANG, M.; KENNEDY, J.F.; LI, B.; XU, X.; XIE, B.J. Characters of rice starch gel modified by gellan, carrageenan, and glucomannan: A texture profile analysis study. **Carbohydrate Polymers**, v. 69, p. 411–418, 2007.

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.

KERSIENE, M.; ADAMS, A.; DUBRA, A.; KIMPE, N.; LESKAUSKAITE, D. Interactions between flavour release and rheological properties in model

custard desserts: Effect of starch concentration and milk fat. **Food Chemistry**, v. 108, p. 1183–1191, 2008.

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.

LIZARRAGA, M.S.; DE PIANE VICIN, D.; GONZÁLEZ, R.; RUBIOLO, A.; SANTIAGO, L.G. Rheological behavior of whey protein concentrate and λ -carrageenan aqueous mixtures. *Food Hydrocolloids*, v. 20, p. 740-748, 2006.

LOBATO, L.P. **Efeito combinado de inulina, amido e leite nas características texturais e sensoriais de pudins**. Londrina: UEL, 2006. 122p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, 2006.

LUCEY, J.A.; MUNRO, P.A.; SINGH, H. Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels. **International Dairy Journal**, v. 9, p. 275-279, 1999.

MILK INGREDIENTS. **Whey Protein Concentrate** Disponível em: <http://www.milkingredients.ca/dcp/article_e.asp?catid=145&page=209>. Acesso em março de 2008.

MINIM, V.P.R. **Metodologia para determinação de sucedâneos da manteiga de cacau em chocolate**. Campinas: UNICAMP, 1996. 207p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)- Universidade Estadual de Campinas, 1996.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa/MG. Ed. UFV. 2006. 225 p.

NIKAEDO, P.H.L.; AMARAL, F.F.; PENNA, A.L.B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado protéico de soro e misturas de gomas carragena e guar. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** vol. 40, n. 3, jul./set., 2004

NGAPO, T. M.; DRANSFIELD, E.; MARTIN, J. F.; MAGNUSSON, M.; BREDAHL, L.; NUTE, G. R. Consumer perceptions: pork and pig production. Insights from France, England, Sweden and Denmark. **Meat Science**, v.66, n.1, p.125-134, 2003.

OLIVEIRA, **Caracterização sensorial de sobremesas lácteas de chocolate empregando perfil livre e mapa de preferência interno e medidas instrumentais de cor e textura**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2002, 134 p.

OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida Láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises bacteriológicas e sensoriais**. Rio de Janeiro: UFF. 2006. 78p. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária)-Universidade Federal Fluminense, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos – alimentos de origem animal**. Vol. 2. Ed. Artmed, Porto Alegre, 2005, 280 p.

PACHECO, M.T.B.; DIAS, N.F.G.; BALDINI, V.L.S.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V.C.S. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.2, p. 333-338, 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.

PARKER, A.; TILLY, G. Thixotropic carrageenan gels and dairy desserts. In: G.O. Philips, P.A. Williams and D.J. Wedlock, Editors, **Gums and stabilisers for the food industry**, v. 7, IRL Press, Oxford, p. 393–401, 1994.

PINHEIRO, M.V.S.; PENNA, A.L.B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

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.

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.

RAMOS, A.M. **Caracterizacion Reológica y Transmision de Calor em Derivados de Frutas em el Interior de Tanques Agitados**. Lleida, Espanha: Universitat de Lleida. 1997. 304p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universitat de Lleida, 1997.

RAMOS, A.M.; IBARZ, A. Thixotropy of orange concentrate and quince puree. **Journal of Texture Studies**, v.29, p. 313-324, 1998.

RAZAVI, S.M.A.; KARAZHIYAN, H. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: Experimental and modeling studies. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 908–912, 2009.

RIBEIRO, M.M. **Desenvolvimento e caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango adicionado de concentrado protéico de soro**. Viçosa: UFV. 2008. 72p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, 2008.

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.

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

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

SHIM J.; MULVANEY S. J. Effect of heating temperature, pH, concentration and starch/whey protein ratio on the viscoelastic properties of corn starch/whey protein mixed gels. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 706-717, 2001.

SHIMADA, K.; CHEFTEL, J.C. Texture characteristics, protein solubility, and sulphhydryl group/ disulfide bond content of heat-induced gels of whey protein isolate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 36, p.1018-1025, 1989.

SOARES, N.F.F.; SILVA, W.A.; PIRES, A.C.S.; PAULA, F.S. Texture Profile Analysis (TPA) de requeijão cremoso tradicional e requeijão cremoso light. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, jul/ago, n° 357, v. 62, p. 148-154, 2007.

STEFFE, J. F. **Rheological methods in food process engineering**. 2. ed. Michigan: Freeman Press, 1996. 418p.

STONE, H., SIDEL, J. L., OLIVER, S., WOOLEY, A., SINON, R. C. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**. (28) 11:24-34. 1974.

TÁRREGA, A.; DURAN, L.; COSTELL, E. Flow behaviour of semi-solid dairy desserts. Effect of temperature. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 345–353, 2004.

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.

TEIXEIRA, V.Q.; CORTEZ, M.A.S.; SILVA, C.; PLATTE, C.S.; SILVA, A. Soro de queijo: percepção do mercado consumidor em relação a sua utilização. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, jul/ago, n° 357, v. 62, p. 148-154, 2005.

USDEC - United States Dairy Export Council. Manual de referência para produtos de soro dos EUA. Arlington: USDEC, 1997. 135p. Disponível em: <<http://www.usdec.org>>. Acesso em março de 2008.

VAN DEN BERG, L. ; CAROLAS, A.L.; VAN VLIET, T.; VAN DER LINDEN, E.; VAN BOEKEL; M.A.J.S.; VAN DE VELDE, F. Energy storage controls crumbly perception in whey proteins/polysaccharide mixed gels. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 1404–1417, 2008.

VERBEKEN, D.; BAEL, K.; THAS, O.; DEWETTINCK, K. Interactions between κ -carrageenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts. **International Dairy Journal**, v.16, p.482-488, 2006.

WELTMAN, R.N. Breakdown of thixotropic structure as a function of time. **Journal of Applied Physics**, v. 14, p. 343-350, 1943.

WISCHMANN, B.; NORSKER, M.; ADLER-NISSEN, J. Food product models developed to evaluate starch as food ingredient. *Nahrung/Food*, v.46, p. 167–173, 2002.

ANEXOS

Anexo I

Quadro 1 – Resumo da análise de variância do pH das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	0,009253 ^{ns}
Resíduo	8	0,012642

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 2 – Resumo da análise de variância do parâmetro de cor L* das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	22,341919*
Resíduo	8	0,204717

* – significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 3 – Resumo da análise de variância do parâmetro de cor a* das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	3,409156*
Resíduo	8	0,078300

* – significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 4 – Resumo da análise de variância do parâmetro de cor b* das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	34,621178*
Resíduo	8	0,139392

* – significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 5 – Resumo da análise de variância do parâmetro de cor C* das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	29,374255*
Resíduo	8	0,124983

* – significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 6 – Resumo da análise de variância do parâmetro de cor h* das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	0,057794*
Resíduo	8	0,000416

* – significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 7 – Resumo da análise de variância da firmeza instrumental das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	0,065883*
Resíduo	8	0,001777

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

Quadro 8 – Resumo da análise de variância da elasticidade das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	0,129457*
Resíduo	8	0,062274

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

Quadro 9 – Resumo da análise de variância da coesividade das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	0,000445 ^{ns}
Resíduo	8	0,001514

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 10 – Resumo da análise de variância da adesividade das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	1,194444E-8 ^{ns}
Resíduo	8	6,666667E-9

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 11 – Resumo da análise de variância da gomosidade das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	0,026447*
Resíduo	8	0,007999

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

Quadro 12 – Resumo da análise de variância da mastigabilidade das sobremesas lácteas sem gordura com diferentes concentrações de CPS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	3	1,697519*
Resíduo	8	0,484777

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

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 contactar.

Nome: _____

Faixa etária: () 15-20 () 21-30 () 31-40 () 41-50 () 51-60

Endereço: _____

Telefone _____ Residência: _____ Celular: _____

Horários e dias da semana em que trabalha ou tem aula:

2^a: _____ 3^a: _____ 4^a: _____ 5^a: _____ 6^a: _____

1-Além do relatado anteriormente, existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar das sessões de degustação? Quais?

2-Indique o quanto você aprecia cada um desses produtos:

Sobremesa láctea () Gosto () Nem gosto/Nem desgosto ()
Desgosto

3 - Cite alimentos e/ou ingredientes que você desgosta muito: _____

4 - Cite um alimento que seja crocante: _____

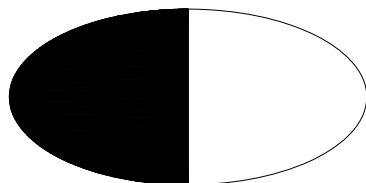
5- Cite um alimento que seja suculento: _____

6- Cite um alimento que seja consistente: _____

7-Cite um alimento que grude nos dentes ao ser mastigado: _____

8-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).

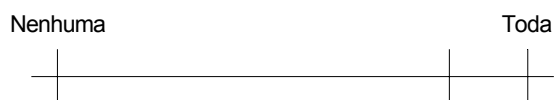
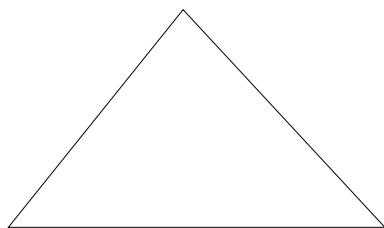
Exemplos:



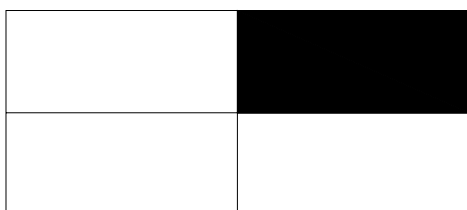
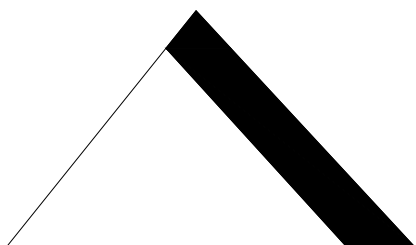
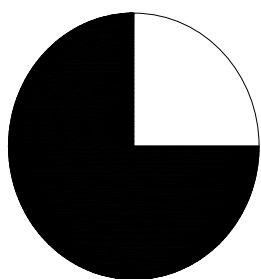
Nenhuma

Toda





Agora é a sua vez:



10- Especifique e explique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde. _____

11- Você se encontra em dieta por razões de saúde? Em caso de saúde explique, por favor. _____

12- Você está tomando alguma medicação que poderia influir em sua capacidade de perceber odores e sabores? Em caso positivo, explique, por favor.

13-Indique se você possui:

	Sim	Não
Diabetes	()	()
Hipoglicemia	()	()
Alergia a alimentos	()	()
Hipertensão	()	()
Enxaqueca	()	()
Doenças bucais	()	()
Dentadura	()	()

Obrigada por sua colaboração!

Prof^a. Valéria Paula Rodrigues Minim
3899-1623

Márcia Cristina Teixeira Ribeiro Vidigal
(32) 9989-7792

Laboratório de Propriedades Tecnológicas e Sensoriais dos Alimentos
3899-3810 ou 3899-1807