

VANELLE MARIA DA SILVA

**SORVETE *LIGHT* COM FIBRA ALIMENTAR: DESENVOLVIMENTO,
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL**

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
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586s
2012

Silva, Vanelle Maria da, 1986-
Sorvete *light* com fibra alimentar : desenvolvimento,
caracterização físico-química, reológica e sensorial / Vanelle
Maria da Silva. – Viçosa, MG, 2012.
xix, 147f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Valéria Paula Rodrigues Minim.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Sorvetes, gelados, etc. 2. Fibras. 3. Avaliação sensorial.
4. Reologia. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 637.4

VANELLE MARIA DA SILVA

**SORVETE *LIGHT* COM FIBRA ALIMENTAR: DESENVOLVIMENTO,
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL**

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

APROVADA: 20 de agosto de 2012.

Marco Aurélio Marques Ferreira

João de Deus Souza Carneiro

Luis Antonio Minim
(Coorientador)

Ana Clarissa Santos Pires
(Coorientadora)

Valéria Paula Rodrigues Minim
(Orientadora)

*Aos meus pais, Olívia e Lair, e a minha vovó Raimunda por tudo que sou,
Aos meus irmãos Cleber e Júnior, a minha linda sobrinha Luiza e ao Robledo,
dedico este trabalho.*

*“....E o que importa não é o que você tem na vida,
mas QUEM você tem na vida.”*

(William Shakespeare)

AGRADECIMENTOS

À Deus, sempre presente, por todas as benções concedidas ao longo de minha existência.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização dos cursos de Engenharia de Alimentos e de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

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

A minha orientadora, prof.a Valéria Paula Rodrigues Minim, pela orientação, pelos ensinamentos, pelo respeito às minhas idéias e pela amizade.

Aos meus coorientadores, prof. Luis Antônio Minim e prof.a Ana Clarissa Santos Pires, pelos ensinamentos, pela amizade e pelas sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

Ao prof. Marco Aurélio pela atenção e grande colaboração no desenvolvimento dos questionários e análise dos resultados.

E ao prof. João de Deus, pela disponibilidade, e excelentes sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, principalmente os professores Paulo Henrique Alves da Silva e Frederico José Vieira Passos, pelas oportunidades, pelos ensinamentos e por terem contribuído para a minha formação.

Ao laboratorista José Vandick e à sua esposa Luzia, pela amizade, pelo incentivo e pela colaboração na realização deste trabalho.

Aos demais funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), pela atenção, e pela disponibilidade.

Aos julgadores da ADQ, Ana Cristina, Márcia, Naiara, Rita, Alexandre, Angélica, Raquel, Alessandra, Natália, Karina, Robson, Ana Paula, Anoar, Franslaine, Juliana, Mateus e Zenil, pela disponibilidade e comprometimento na realização das análises.

À sorveteria Crioula pela disponibilidade de utilização dos equipamentos para a produção dos sorvetes.

Aos estudantes Carla, Renan e Guilherme do Laboratório de Leite e

derivados pela grande ajuda nas análises físico-químicas e microbiológicas.

À equipe do Laboratório de Propriedades Tecnológicas e Sensoriais dos alimentos, Márcia, Rita, Ana Cristina, Naiara, Maria Patrícia, Paula, Pedro, Raissa, Aline, Andrea, Liliane e Vinícius, pela ajuda nas análises, pela amizade, pelos lanchinhos e momentos de descontração. Sem vocês não seria possível a realização deste trabalho!

Aos amigos do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pelas horas de estudo e de companheirismo e pelos momentos de descontração e alegria.

Ao meu vovô João e minha vovó Raimunda pelo exemplo de vida e de simplicidade.

Aos meus pais, Lair e Olívia, pelo amor e incentivo incondicionais, pela vida, enfim, por tudo que sou.

Aos meus irmãos Juninho e Clebinho, por serem sempre o meu porto seguro. Por me apoiarem, incentivarem e sempre se desdobrarem para me ajudar em tudo que eu precisasse.

As minhas cunhadas Luciana e Simone, pela amizade, carinho e incentivo.

A minha linda sobrinha Luiza, pelo simples sorriso que me dá fôlego e força para suportar todos os desafios e dificuldades. Presente de Deus que veio trazer felicidade.

Ao Robledo, Elmira e Lívia que se tornaram uma segunda família para mim. Obrigada pelo apoio, carinho e pelos momentos de descontração e alegria.

Ao Robledo Filho, pelo amor, pelo companheirismo, pela compreensão, pelo incentivo e ajuda nos momentos mais difíceis.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigada!

BIOGRAFIA

VANELLE MARIA DA SILVA, filha de Lair Rodrigues da Silva e Olivia Gonçalves da Silva, nasceu em 07 de setembro de 1986 em Caratinga - MG.

Em março de 2005, ingressou no curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa.

Entre 2008 e 2009, participou de intercâmbio estudantil (BRA FAGRI - CAPES) com duração de um ano na *École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires* do *Institut National Polytechnique de Lorraine* (ENSAIA - INPL), em Nancy, França.

Em julho de 2010, graduou-se no curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2010, iniciou o curso de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, submetendo-se à defesa de dissertação em julho de 2012.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Consumo per capita em litros/ano de sorvete no Brasil	06
Figura 2 - Consumo em milhões de litros de sorvete no Brasil	06
Figura 3 - Etapas do processamento de sorvete	13
Figura 4 - Gotícula de gordura durante a maturação, mostrando a adsorção de proteínas do leite e emulsificantes na superfície da gotícula e cristalização da gordura.....	16

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Exemplo de imagem de um dos conceitos de sorvete avaliados no estudo	41
Figura 2 – Ficha utilizada na metodologia associação de palavras	41

CAPÍTULO 3

Figura 1 - Fluxograma de produção de sorvete.....	63
Figura 2: Equipamentos utilizados na avaliação da resistência ao derretimento	67
Figura 3 - Sensor de geometria de cilindros duplo gap (DG41)	69
Figura 4 - Ficha utilizada no Teste Triangular	73
Figura 5 - Ficha utilizada no teste de aceitação	77
Figura 6 - Curvas de derretimento dos sorvetes com diferentes teores de	

gordura e CPS80.....	84
Figura 7 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação a 4 °C: Ajuste pelo modelo reológico de Newton - (a) Mistura (c) Sorvete; Ajuste pelo modelo reológico lei da potência - (b) Mistura (d) Sorvete.....	88
Figura 8: Dispersão do Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete ST.....	89
Figura 9: Varredura de frequência a -10 °C na avaliação do componente de viscoelasticidade módulo de armazenamento (G'), módulo de perda (G'') e $\tan \delta$ das formulações de sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80.....	94
Figura 10 – Varredura de temperatura na avaliação dos componentes de viscoelasticidade das formulações de sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80.....	96
Figura 11 – Varredura de temperatura para avaliação de $\tan \delta$ para as formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80.....	98
Figura 12 - Modelo da ficha da ADQ empregada no teste preliminar e na avaliação final das amostras.....	103
Figura 13 - Análise de Componentes Principais do perfil sensorial das formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80.....	110
Figura 14 - Representação gráfica das medidas instrumentais, sensoriais e derretimento em relação aos dois componentes principais	114
Figura 15 - Porcentagem de aprovação, indiferença e rejeição em relação a aceitação da impressão global dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80	118
Figura 16 – Mapa de preferência interno para as 5 formulações de	

sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80 120

Figura 17 - Correlações (Pearson) dos atributos sensoriais e dos consumidores
com os componentes principais 121

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Típica Faixa de Composição para Componentes Utilizados nas Formulações de Misturas de Sorvetes.....	07
---	----

Tabela 2 - Composição típica de alguns Concentrados protéicos de soro (CPS) em pó.....	19
---	----

Tabela 3 - Trabalhos que utilizaram metodologias sensoriais em estudos com sorvetes.....	22
---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Questionário HCS (Health Consciousness Scale)	42
---	----

Tabela 2 - Categorias Formadas na Associação de Palavras	45
---	----

Tabela 3 - Categorias que atenderam aos requisitos para realização da estatística qui-quadrado	46
---	----

Tabela 4 - Categorias que não atenderam aos requisitos para realização da estatística qui-quadrado	47
---	----

Tabela 5 - Médias de cada grupo identificado para cada questão do questionário de atitude em relação à saúde	49
---	----

Tabela 6 - Médias para percepção de saudável dos conceitos pelos grupos formados na análise de Cluster	51
---	----

Tabela 7 - Médias para intenção de compra dos conceitos pelos grupos formados na análise de Cluster	52
--	----

Tabela 8 - Médias da Intenção de compra e percepção de saudável dos conceitos em relação à idade dos respondentes	53
--	----

Tabela 9 - Médias da Intenção de compra e percepção de saudável dos conceitos em relação ao sexo dos respondentes	54
--	----

CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Teores de Concentrado Protéico (CPS 80), Gordura Láctea e Frutooligossacarídeos (FOS) das Formulações.....	61
--	----

Tabela 2 - Porcentagem dos Ingredientes utilizados na produção dos sorvetes	62
--	----

Tabela 3 - Modelos Reológicos de fluidos newtonianos e não Newtoniano independente do tempo	70
--	----

Tabela 4 – Composição Centesimal, acidez e pH das amostras de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80.....	79
--	----

Tabela 5 - Modelagem estatística do efeito da gordura nos teores de cinzas e acidez dos sorvetes.....	80
--	----

Tabela 6 - Valores médios e o desvio padrão dos parâmetros instrumental de cor dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80	82
---	----

Tabela 7 - Modelagem estatística do efeito da gordura no parâmetro instrumental de cor a*	82
--	----

Tabela 8 – Parâmetros de derretimento dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80	85
--	----

Tabela 9 - Valores dos parâmetros reológicos para as cinco formulações de misturas e dos sorvetes segundo os modelos de Newton e Lei da Potência ..	87
--	----

Tabela 10 - Atributos reológicos em função dos teores de gordura para as 5 formulações de sorvete.....	90
Tabela 11 – Componentes de viscoelasticidade em função dos teores de gordura para as 5 formulações de sorvete.....	93
Tabela 12 – Padrões microbiológicos estabelecidos para sorvetes pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	99
Tabela 13 - Atributos, definições e padrões de referência para sorvete de creme sabor baunilha.....	102
Tabela 14 - Níveis de probabilidade de $F_{AMOSTRA}$ dos julgadores para os atributos sensoriais dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80	105
Tabela 15 - Níveis de probabilidade de $F_{REPETIÇÃO}$ dos julgadores para os atributos sensoriais dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80.....	106
Tabela 16 - Resumo da ANOVA para os atributos sensoriais das formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80	109
Tabela 17 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componente	111
Tabela 18 - Modelagem estatística do efeito da gordura nos atributos sensoriais dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80	112
Tabela 19 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos (sensoriais e instrumentais) e os dois primeiros componentes principais.....	115
Tabela 20 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as medidas instrumentais e sensoriais determinadas a temperatura maior que	

-1°C	116
------------	-----

Tabela 21 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais obtidos pela ACP dos dados de aceitação (impressão global).....	122
---	-----

Tabela 22 - Intensidade dos atributos sensoriais para cada formulação de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80	123
--	-----

RESUMO

SILVA, Vanelle Maria da, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Agosto de 2012. **Sorvete *Light* com fibra alimentar: Desenvolvimento, caracterização físico-química, reológica e sensorial.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Coorientadores: Luís Antônio Minim e Ana Clarissa dos Santos Pires.

A avaliação da percepção do consumidor em relação aos alimentos é de suma importância no desenvolvimento e no marketing de produtos. Neste intuito, utilizou-se a metodologia associação de palavras para avaliar os seguintes conceitos de sorvete: Tradicional, *Light*, Zero açúcar, Zero gordura, Enriquecido com Fibras, Enriquecido com Proteínas Bioativas e Enriquecido com Ômega 3. A partir dos resultados foram levantadas 22 categorias que descrevem os conceitos, sendo que os sete conceitos de sorvete foram avaliados de forma significativamente diferente ($\chi^2 = 3173,63$, $p < 0,001$) em relação às dezesseis categorias que atendiam os requisitos para realização do qui-quadrado. O conceito enriquecido com fibras obteve escores de intenção de compra igual ao tradicional pela maioria dos respondentes sugerindo que este produto poderia ser uma opção para redução do consumo sazonal e obtenção de um produto mais saudável. Com base neste resultado, foram desenvolvidas cinco formulações de sorvete de creme sabor baunilha contendo fibras alimentares com diferentes teores de gordura a partir de sua substituição por concentrado protéico de soro (CPS80). As formulações ST (Sorvete Tradicional-10% de Gordura), SL25 (7,5% de Gordura e 2,5% de CPS80), SL50 (5,0% de Gordura e 5,0% de CPS80), SL75 (2,5% de Gordura e 7,5% de CPS80) e SL99 (0,7% de Gordura e 10% de CPS80) foram analisadas quanto a composição centesimal, pH, acidez titulável, cor instrumental, resistência ao derretimento, qualidade microbiológica e parâmetros reológicos, perfil sensorial e aceitabilidade. Os resultados obtidos para acidez titulável e cinzas demonstram haver efeito significativo pelo teste F ($p < 0,05$) com o aumento de tais parâmetros à medida que se substituiu gordura por CPS80. Em relação à cor, as formulações foram caracterizadas como claras e amarelas e à medida que se aumentou o teor de gordura houve uma intensificação da coloração avermelhada ($a^* > 0$). O modelo reológico lei da potência apresentou os

maiores coeficientes de determinação ($R^2 > 0,99$), para as misturas e para os sorvetes, sendo estimado o coeficiente de consistência (K), índice de comportamento de fluxo (n) e viscosidade aparente (η_{50}) que foram influenciados negativamente pelo teor de gordura e aumento de CPS 80. Não houve significância ($p > 0,05$) para os parâmetros reológicos módulo de armazenamento (G'), módulo de perda (G'') e tangente de fase ($\tan \delta = G''/G'$) entre os sorvetes na varredura de frequência. Pela varredura de temperatura foi determinada a temperatura de derretimento das formulações de $-2,3^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$. As formulações diferiram entre si ($p < 0,025$) pelo teste F em relação aos atributos cor amarela, consistência, aroma de baunilha, gosto doce, sabor de creme de leite, sabor de CPS (Concentrado protéico de soro), sabor de baunilha, cremosidade, adesividade e espalhabilidade, sendo ajustados modelos de regressão linear em função do teor de gordura. As formulações ST, SL25 e SL50 obtiveram aceitação sensorial semelhante. Deste modo, foi possível desenvolver um sorvete *light* com redução de 50% de gordura contendo fibras e proteínas bioativas a partir da utilização de CPS80 como substituinte de gordura com a manutenção da aceitabilidade sensorial em relação ao sorvete tradicional.

ABSTRACT

SILVA, Vanelle Maria da, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2012. **Light Ice Cream with dietary fiber: Development, physicochemical, rheological and sensory characterization.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-advisers: Luís Antônio Minim and Ana Clarissa dos Santos Pires.

Evaluating consumer perception about food is of the utmost importance for product development and marketing. To this end, we used the word association method in order to evaluate the following concepts of ice cream: traditional, light, sugar-free, fat-free, rich in fiber, bioactive protein, and in omega-3. From the results, we formed 22 categories to describe the concepts, in which those seven concepts of ice cream were found to be significantly different ($X^2=3173,63$, $p<0,001$) in relation to the sixteen categories that met the requirements of the chi-square test. The concepts of rich in fiber and traditional received equal intention to purchase by the majority of the respondents, which suggests that the former product could be an option in order to reduce seasonal consumption and offer a healthier product. Based on this result, we developed five formulations of ice cream, each containing dietary fiber (fructooligosaccharides) with different fat contents by using whey protein concentrate (WPC80). The formulations ST (Tradicional ice cream -10% fat), SL25 (7,5% fat and 2,5% of WPC80), SL50 (5,0% fat and 5,0% of WPC80), SL75 (2,5% fat and 7,5% of WPC80) and SL99 (0,7% fat and 10% of WPC80) were analyzed according to the chemical composition, pH, titratable acidity, color, resistance to melting, microbiological quality and rheological parameters, sensory profiles and acceptability. The results obtained for titratable acidity and ashes have shown significant effect through test F ($p<0,05$) with the increase of those parameters as fat was replaced by CPS80. In relation to the color, the formulations were characterized as either clear or yellow; as the fat contents were increased, there was a perceived intensification of red color ($a^* >0$). The Rheological Power-law model presented with higher determinant coefficients ($R^2>0,99$), both to mixtures and ice cream, also were estimated the resistance coefficient (K), flow behavior index (n), apparent viscosity (η_{50}), that were negatively influenced by the fat content and increase in WPC 80. There was no

significance ($p > 0,05$) for the rheological parameters storage modulus (G'), loss modulus (G'') and $\tan \delta$ (G''/G') among the ice creams though the oscillatory frequencies test. The melting temperature for the formulations ($-2,3^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) was determined by the oscillatory temperature test. The formulations differed ($p < 0,025$) by the F test in relation to the attributes yellow color, consistency, aroma of vanilla, sweetness, cream flavor, WPC flavor (whey protein concentrate), vanilla flavor, creaminess, adhesion and malleability, and models of linear regressions were adjusted depending on the fat content. The formulations ST, SL25 and SL50 received similar sensorial acceptance. Thus, it was possible to develop a light ice cream with 50% less fat containing fibers and bioactive protein by using WPC80 as a fat substitute while maintaining the sensory acceptability compared to traditional ice cream.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL	1
1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 1.....	5
REFERENCIAL TEÓRICO	5
1. SORVETE	5
1.1. Ingredientes e Aditivos de Sorvetes	7
1.2. Processamento de sorvete	13
2. ALIMENTOS LIGHT	17
3. CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO	18
4. FRUTOOLIGOSSACARÍDEO	20
5. ANÁLISE SENSORIAL DE SORVETE.....	21
6. ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS.....	23
7. INFLUÊNCIA DA PREOCUPAÇÃO COM A SAÚDE NA PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES	25
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO 2.....	38
PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES E TESTE DE DIFERENTES CONCEITOS DE SORVETES	38
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1. Participantes e Coleta de dados	40
2.2. Análise dos resultados	43
2.2.1. Associação de palavras.....	43
2.2.2. Questionário de Atitude em Relação à Saúde.....	44
2.2.3. Intenção de Compra e Percepção de Saudável	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.1. Associação de Palavras	45
3.2. Atitude em Relação à Saúde	48
3.3. Intenção de Compra e Percepção de Saudável.....	51
4. CONCLUSÕES	56

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CAPÍTULO 3.....	59
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL DE SORVETES FONTE DE FIBRAS E COM DIFERENTES TEORES DE GORDURA E CPS80.....	59
1. INTRODUÇÃO	59
2. MATERIAL E MÉTODOS	61
2.1. Planejamento experimental.....	61
2.2. Formulação dos sorvetes.....	62
2.3. Processamento das formulações de sorvete	63
2.4. Determinações físico-químicas dos sorvetes.....	65
2.4.1. Composição centesimal	65
2.4.2. pH e acidez titulável	66
2.4.3. Análise Instrumental de cor	66
2.4.4. Resistência ao derretimento.....	67
2.5. Análises Reológicas.....	68
2.5.1. Caracterização do comportamento reológico de escoamento.....	68
2.5.2. Testes oscilatórios.....	70
2.5.3. Análise Estatística	71
2.6. Análises Microbiológicas.....	71
2.7. Análise Sensorial	72
2.7.1. Análise descritiva quantitativa (ADQ)	72
2.7.1.1. Recrutamento dos julgadores.....	72
2.7.1.2. Pré-seleção	73
2.7.1.3. Levantamento dos termos descritivos e definição dos padrões de referência.....	73
2.7.1.4. Treinamento dos julgadores.....	74
2.7.1.5. Seleção dos julgadores	74
2.7.1.6. Avaliação Final dos produtos	75
2.7.1.7. Análise dos Resultados.....	75
2.7.2. Aceitação.....	76
2.7.3. Correlação entre medidas sensoriais e instrumentais	78
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
3.1. Determinações físico-químicas das formulações de sorvete	78

3.1.1. Composição centesimal, pH e acidez titulável	78
3.1.2. Análise Instrumental de cor	81
3.1.3. Resistência ao derretimento	83
3.2. Análises Reológicas.....	85
3.2.1. Caracterização do comportamento reológico de escoamento.....	85
3.2.2. Testes Oscilatórios	92
3.3.2.1. Varredura de frequência.....	92
3.3.2.2. Varredura de temperatura	95
3.3. Análises Microbiológicas.....	98
3.4. Análise Sensorial	99
3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa	99
3.4.1.1. Recrutamento e pré-seleção dos julgadores.....	99
3.4.1.2. Levantamento de Termos descritivos.....	100
3.4.1.3. Seleção dos Julgadores	104
3.4.1.4. Avaliação Final das amostras.....	107
3.4.1. Correlação dos atributos sensoriais de textura com medidas ...	113
3.4.2. Aceitabilidade Sensorial	117
3.4.2.1. Mapa de preferência interno.....	119
3.4.3. Correlação dos atributos sensoriais com a aceitabilidade dos sorvetes.....	120
4. CONCLUSÕES	124
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
CONCLUSÃO GERAL	132
ANEXO A – DELINEAMENTO PARA APRESENTAÇÃO DAS 7 IMAGENS (CONCEITOS DE SORVETE)	133
ANEXO B – QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS DADOS	135
ANEXO C - QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO DE JULGADORES	139
ANEXO D - GRÁFICOS DE RESÍDUO EM FUNÇÃO DOS VALORES ESTIMADOS PARA TENSÃO DE CISALHAMENTO NAS CURVAS DE ESCOAMENTO DAS MISTURAS E SORVETES PARA O MODELO DE NEWTON E LEI DA POTÊNCIA.....	142

INTRODUÇÃO GERAL

O sorvete, segundo RDC nº 226 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2005) está inserido no grupo dos Gelados Comestíveis que são definidos como produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podendo ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto.

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de sorvete, houve um aumento de 58,90% no consumo per capita anual de sorvete no Brasil entre 2003 a 2011. No entanto, 70% dos sorvetes produzidos no Brasil são consumidos durante o verão, caracterizando um mercado sazonal, com maior parte do faturamento concentrado num período curto do ano. Além disso, o consumo *per capita* de sorvete no Brasil em 2011 foi de 6,07L/ano, muito inferior a países como Nova Zelândia (26,3 L/ano) e Estados Unidos (22,5 L/ano). Deste modo, os empresários têm buscado soluções para alterar estas condições e aumentar o consumo de sorvete no país (ABIS, 2012).

Logo, uma avaliação do comportamento do consumidor frente ao problema deve ser realizada para que se busquem medidas que resultem em um aumento da satisfação e a aceitação dos consumidores pelo produto, inclusive ao longo de todo o ano, resultando em um aumento ainda mais considerável do consumo de sorvete no Brasil.

Neste contexto, a ciência do comportamento do consumidor apresenta grande relevância, pois leva em consideração não somente aspectos econômicos, mas, sobretudo aspectos sociais e psicológicos dos indivíduos (SERRALVO & IGNACIO, 2004). Assim, a utilização da metodologia associação de palavras surge como uma eficaz medida na investigação da percepção do consumidor, determinando direcionadores para sua satisfação e definindo fatores cruciais na escolha do consumidor por determinados produtos (VAN KLEEF et al., 2005).

Uma interessante alternativa seria a avaliação do comportamento do consumidor diante de diferentes conceitos de sorvetes que sejam adicionados

de nutrientes benéficos à saúde ou com teores reduzidos de gordura ou açúcares a fim de identificar possíveis nichos de mercado. Este estudo é justificado pelo aumento da preocupação com a saúde e com a qualidade de vida do consumidor moderno, uma vez que o sorvete é um alimento com elevado teor de gordura.

Para a elaboração de sorvete *light* à partir de redução de gordura, encontram-se disponíveis no mercado alguns ingredientes que podem ser utilizados como substituintes de gordura, tais como compostos derivados de carboidratos como amido, maltodextrina e polidextrose, além de derivados de proteínas como, isolados protéicos de soja, proteínas microparticuladas derivadas do soro de leite e concentrado protéico de soro de leite (CPS).

Dentre os citados acima, o CPS se destaca por possuir proteínas de alto valor biológico, e por suas propriedades tecnológicas emulsificantes e estabilizantes que permitem a melhoria da textura e aumento da estabilidade de espuma do produto. Além disso, a utilização deste ingrediente está associada ao aproveitamento do soro de leite cujo descarte de forma inadequada pelas indústrias pode ocasionar sérios problemas ambientais.

Em relação à agregação de valor nutricional ao alimento, os frutooligossacarídeos (FOS) apresentam grande potencial de utilização em formulações de sorvete por apresentarem ausência de cor e de odor, estabilidade em pH neutro e em temperaturas superiores a 140 °C (HAULY e MOSCATTO, 2002; PASSOS e PARK, 2003) não comprometendo as características do produto. Além disso, são considerados açúcares de baixa cariogenicidade e seu consumo está associadas ao bom funcionamento do trato-gastrointestinal e a prevenção de algumas doenças crônicas.

O sorvete é um sistema coloidal complexo, normalmente formado por quatro compostos estruturais: bolhas de ar, gordura e cristais de gelo, dispersos em uma matriz constituída de uma solução de açúcares, proteínas, estabilizantes, emulsificantes, corantes e essências (CLARKE, 2004). Assim, devido a sua complexidade, o sorvete tem sido objeto de estudos de diversos pesquisadores que buscam elucidar a influência da utilização de diversos ingredientes e da microestrutura formada ao final do processamento, nas características físico-químicas, estruturais e sensoriais do produto para a produção de sorvetes com melhor qualidade sensorial e nutricional, que atendam às expectativas do consumidor.

Com base no exposto, buscou-se relacionar a preocupação com a saúde com o comportamento do consumidor frente a diferentes possíveis conceitos de sorvetes. Além disso, objetivou-se desenvolver um sorvete *light* contendo fibra alimentar e avaliar o efeito da substituição de gordura por CPS 80 e adição de fibras nas características físico-químicas, reológicas e sensoriais do sorvete com o objetivo de desenvolver um produto de alta qualidade sensorial e nutricional.

1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETE (ABIS). **Estatística do consumo de sorvete no Brasil**. Disponível em: http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html; Acessado em: 27/02/2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 266, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set. 2005.

CLARKE, C. **The Science of Ice Cream**. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 208p., 2004.

HAULY, M.C.O.; MOSCATTO, J. A. Inulina e Oligofrutose: Uma revisão sobre as propriedades funcionais, efeitos prebióticos e importância na indústria de alimentos. Semina: **Ciências Exatas e tecnológicas**, Londrina, v.23, n.1, p. 105-118, 2002.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p385-390, 2003.
PATEL, M. R.; BAER R. J.; ACHARYA M. R. Increasing the Protein Content of Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 5, p. 1400-1406, 2006.

SERRALVO, F. A.; IGNACIO, C. P. **O comportamento do consumidor de produtos alimentícios: um estudo exploratório sobre a importância das marcas líderes**. VII SEMEAD (Semana de Administração da USP), 2004.

VAN KLEEF, E.; VAN TRIJP, H. C. M.; LUNING, P. Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. **Food Quality and Preference**, v. 16, 281-291, 2005.

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

1. SORVETE

O surgimento do sorvete é cercado de muitos mitos, os quais possuem poucas evidências reais que os confirmem. Um dos primeiros relatos afirma que o Imperador Nero no século I alimentava-se de frutas congeladas na neve trazidas das montanhas por escravos. No entanto, existem indícios de que cavaleiros da Mongólia teriam inventado o sorvete e disseminado a idéia pela China durante a expansão de seu império e em 1296, ao retornar de uma viagem à China, Marco Polo levou a idéia do produto para a Itália (CLARKE, 2004).

Diversos outros autores relatam mitos a respeito da história do surgimento e consumo de sorvete. (SAWYER, 1969; MARSHALL e ARBUCKLE, 1996). Contudo, a história do sorvete é fortemente associada ao desenvolvimento de técnicas de refrigeração e pode ser traçada em diversos estágios que vão desde o resfriamento de comidas e bebidas misturando-as em neve a até o surgimento de máquinas de produção de sorvete em meados do século XIX e o desenvolvimento de refrigeração mecânica no final do século XIX e início do século XX (CLARKE, 2004).

No Brasil, o sorvete ficou conhecido em 1834, quando um navio americano aportou no Rio de Janeiro com toneladas de gelo. Dois comerciantes cariocas compraram 217 toneladas deste gelo e começaram a fabricar sorvetes com frutas brasileiras. Na época, não havia como conservar o sorvete gelado e, por isso, tinha que ser consumido logo após o seu preparo. Um anúncio avisava a hora exata da fabricação. O primeiro anúncio apareceu em São Paulo, no dia 4 de janeiro de 1878, contendo a seguinte mensagem: "SORVETES - Todos os dias às 15 horas, na Rua Direita, nº 44". Evoluindo a passos curtos, o sorvete só teve distribuição no país em escala industrial em 1941, quando foi fundada na cidade do Rio de Janeiro a U.S. Harkson do

Brasil. A partir de então, o produto foi se popularizando no país, alcançando o consumo de 1167 milhões de litros de sorvete em 2011. Tal valor representa um aumento de 70,36% em relação ao consumo em milhões de litros de sorvete no país no período entre 2003 a 2011 (ABIS, 2012) (Figura1).

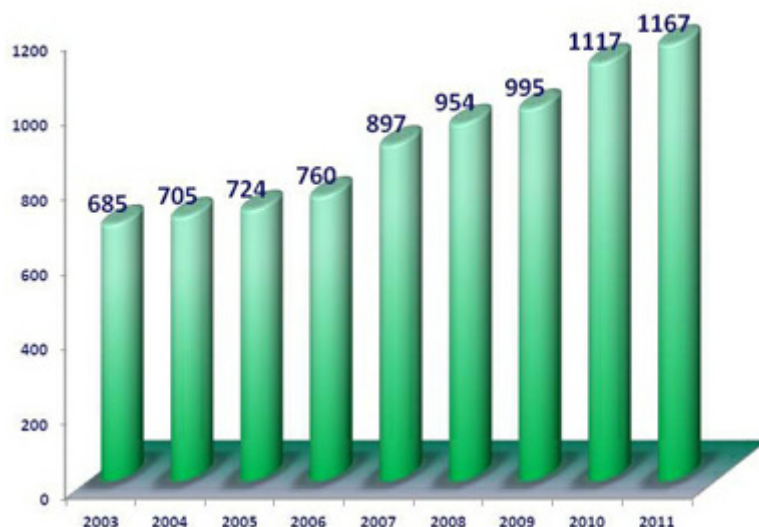


Figura 1 - Consumo em milhões de litros de sorvete no Brasil

Fonte: ABIS, 2012

No mesmo período, houve um aumento de 58,90% do consumo per capita anual de sorvete no Brasil (Figura2), sendo que em 2011 o consumo per capita anual foi de 6,07 L (ABIS 2012).

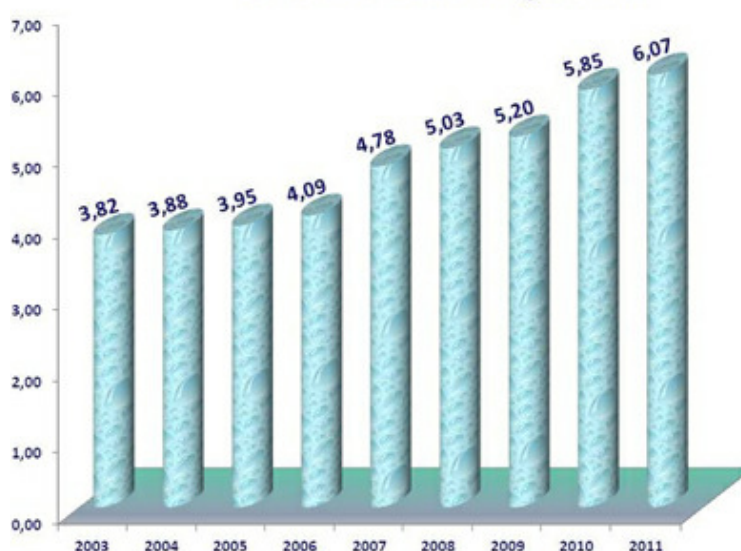


Figura 2 - Consumo per capita em litros/ano de sorvete no Brasil

Fonte: ABIS, 2012

Em relação ao consumo de outros países, os Estados Unidos apresenta um consumo per capita de 22,5L/ano, inferior apenas ao consumo da Nova Zelândia que é de 26,3L/ano (ABIS, 2009). Tal resultado mostra que apesar do aumento do consumo, o consumo de sorvete no Brasil ainda é baixo. Uma explicação para este fato é que o consumo deste alimento está diretamente relacionado com a renda per capita, deste modo países cuja população possui maior poder aquisitivo consomem mais este tipo de produto.

No entanto, o Brasil apresenta clima favorável ao consumo e grande expectativa de crescimento do setor, o que torna a produção de sorvete no país um negócio altamente viável (ABIS, 2012).

1.1. Ingredientes e Aditivos de Sorvetes

Na seleção dos ingredientes para a fabricação de sorvete deve-se considerar a qualidade, perecibilidade e custo dos produtos utilizados. Além disso, é necessário avaliar a disponibilidade de equipamentos, o efeito do batimento sobre a mistura, do processamento sobre o sabor, entre outros.

Uma típica formulação de uma mistura de sorvete à base de leite possui como ingredientes básicos gordura láctea, sólidos não gordurosos do leite (SNGL), adoçantes, estabilizantes, emulsificantes e água (Tabela 1).

Tabela 1 - Típica Faixa de Composição para Componentes Utilizados nas Formulações de Misturas de Sorvetes

Componente	Faixa (%)
Gordura Láctea	10-16
Sólidos não gordurosos do leite (SNGL)	9-12
Sacarose	9-12
Xarope de milho	4-6
Estabilizante/Emulsificante	0-0.5
Sólidos Totais	36-45
Água	55-64

Fonte: GOFF, 1997-b

Os ingredientes podem ser agrupados em produtos lácteos e não lácteos. Os produtos lácteos formam os ingredientes básicos que fornecem gordura e SNGL. Entre os produtos não lácteos encontram-se adoçantes, estabilizantes/emulsificantes, água, ovos, frutas, nozes, essências, produtos especiais (MARSHALL et al., 2003).

Modificações no tipo e teores de gordura, açúcar e SNGL resultam em variações do sabor e da textura. A compreensão dos parâmetros sensoriais relacionados a essas modificações são essenciais no desenvolvimento de produtos com sabor e textura apropriados ao consumo (KOEFERLI, PICCINALI, e SIGRIST, 1996).

A quantidade de sólidos na mistura (somatório dos teores de gorduras, proteínas, carboidratos e conteúdos minerais), em base seca, formam os sólidos totais do sorvete. Um aumento destes sólidos totais, dentro de certos limites, implica numa melhoria do valor nutritivo, aumento da viscosidade e da resistência associadas ao corpo e textura do produto (TURNBOW et al., 1947). No entanto, a utilização de um conteúdo de sólidos totais superior a 42% implicará em um produto muito denso, o que poderá comprometer a aceitação do alimento (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996). Visto que, um alto conteúdo de SNGL implica na cristalização da lactose, contribuindo para formação de uma textura arenosa.

Deste modo, as propriedades tecnológicas de cada ingrediente utilizado na fabricação de sorvete são especificadas a seguir:

a) Gordura

O sorvete contém, tipicamente, de 10 a 16% de gordura (ADAPA, DINGELDEIN, e SCHMIDT, 2000). Este ingrediente fornece energia, ácidos graxos essenciais, esteróis e interage com outros ingredientes desenvolvendo o sabor e a estrutura do sorvete (AKOH, 1998; WALSTRA e JONKMAN, 1998). Sua melhor fonte para o aumento da qualidade do sabor é o creme de leite fresco. Outras fontes incluem manteiga sem sal, gordura láctea anidra, gordura láctea fracionada e mistura de leite concentrado (MARSHALL et al., 2003).

As propriedades reológicas, assim como a cremosidade e a sensação de lubricidade são dependentes do tipo e da quantidade de gordura utilizada na formulação do produto (GELIN et al., 1996; AKOH, 1998). Isto ocorre, pois a

gordura contribui para a estrutura do sorvete e sua aeração, formando uma rede tridimensional parcialmente coalescida de glóbulos homogêneos que, junto com as bolhas de ar e cristais de gelo são responsáveis pela rigidez, resistência ao derretimento e textura macia do produto congelado (BOLLINGER et al., 2000; KOXHOLT, EISENMANN e HINRICHS, 2001).

Os glóbulos de gordura, tanto dispersos quanto parcialmente coalescidos são encontrados na interface das bolhas de ar e na fase aquosa do sorvete (BOLLINGER et al, 2000). Durante o congelamento do produto, a bateção e a cristalização do gelo desestabilizam a emulsão de gordura na mistura. Esta rede gordurosa desestabilizada atua como um agente estrutural e fornece suporte para as bolhas de ar inicialmente revestidas por proteínas (ADAPA, DINGELDEIN, e SCHMIDT, 2000).

b) Sólidos não gordurosos do leite (SNGL)

Os sólidos não gordurosos do leite contêm lactose, caseínas, proteínas do soro, minerais, vitaminas e ácidos do leite ou produtos lácteos dos quais eles foram derivados. Se o SNGL for proveniente do leite desnatado, sua composição será de aproximadamente 55% de lactose, 37% de proteína e 8% minerais (MARSHALL et al., 2003).

As fontes mais utilizadas de SNGL são leite desnatado concentrado ou em pó. Utiliza-se também o soro de leite concentrado ou em pó e os concentrados protéicos da mesma origem (MACHADO, 2005). Neste caso, é necessário levar em consideração as propriedades funcionais das proteínas e a concentração da lactose. Um alto conteúdo de proteínas permite a obtenção de um produto com melhor textura, maior facilidade de bateção e maior rendimento. Porém, o excesso de proteínas causa a ocorrência de defeitos de consistência e sabor. Um alto conteúdo de lactose leva a uma diminuição do ponto de congelamento e sua cristalização pode causar alterações na textura do produto (SOUZA et al., 2010).

c) Agentes Adoçantes

A quantidade de açúcares adicionados às formulações de sorvetes, expressos em sacarose, podem variar de 12 a 20%, sendo o mais adequado

a utilização de 14 a 16%. Açúcares aumentam a viscosidade e o teor de sólidos totais (ST) melhorando o corpo e a textura do sorvete. Isto ocorre desde que o teor de sólidos totais não ultrapasse 42% e o teor de açúcares seja aproximadamente 16% (MARSHALL et al., 2003).

Contudo, sua principal finalidade é conferir sabor agradável ao sorvete aumentando sua aceitabilidade por parte dos consumidores (MARSHALL et al., 2003; STOGO, 1998). Assim sorvetes que contém menos de 12% de sacarose são considerados como críticos em baixa doçura (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996). Isto implica em um produto com sabor insosso, prejudicando o sabor desejado do produto (MARSHALL et al., 2003).

Por muitos anos a sacarose foi o único agente adoçante adicionado em sorvetes. No entanto, existe uma tendência de se obter a doçura adequada a partir da mistura da sacarose com outros agentes adoçantes. Esta mistura é desejada por causa da melhoria da qualidade de adoçantes economicamente mais baratos e oportunidade de aumentar o teor de sólidos totais sem exceder a doçura desejada (MARSHALL et al., 2003). Diversos pesquisadores utilizaram como agentes adoçantes em sua formulação a mistura de sacarose com xarope de milho (RUGER et al., 2002; SOFJAN e HARTEL, 2004; PATEL, BAER e ACHARYA, 2006; LIM et al., 2008; LIM et al., 2010;).

Apesar de o gosto doce ter uma alta aceitação entre os consumidores, por motivos de saúde, a população busca alternativas de substituição à sacarose (PORTMANN e KILCAST, 1996). Neste contexto utilizam-se edulcorantes que são substâncias alternativas ao açúcar simples, que conferem gosto doce aos alimentos, e são utilizados parcialmente ou totalmente na substituição da sacarose (PINHEIRO et al., 2005). São exemplos de edulcorantes: a sacarina, o ciclamato, o aspartame, e os polioís.

d) Estabilizantes

Os estabilizantes são, usualmente, polissacarídeos, como goma guar, xantana, carragenas, gelatina, alginato de sódio, carboximetil celulose, entre outros, usados em pequenas quantidades (0,1% a 0,5%) na formulação de sorvete (GOFF, 1997-b). Proteínas lácteas, caseína, α -lactoalbumina e β -lactoglobulina, também exercem função estabilizante a qual é influenciada pelo equilíbrio salino do sistema (MACHADO, 2005).

Estes ingredientes são adicionados na mistura de sorvete para que o produto resista à recristalização do gelo durante as flutuações térmicas, além de produzirem cristais de gelo menores antes e após a estocagem (CALDWELL, GOFF e STANLEY., 1992; GOFF et al., 1993, RUGER, 2002). De um modo geral, conferem uniformidade e maciez ao corpo do produto, diminuindo o derretimento e possuem influência desprezível no valor nutricional ou sabor (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996; STOGO, 1997). Segundo, Ruger et al. (2002) e Flores e Goff (1999) os estabilizantes também aumentam a viscosidade da mistura de sorvetes e, com poucas exceções, tendem a limitar a capacidade de aeração.

e) Emulsificantes

Emulsificantes possuem a capacidade de reduzir a tensão interfacial entre duas fases pouco miscíveis possibilitando a mistura e formação de uma emulsão (Dziezak, 1988).

Emulsificantes também são eficazes na desestabilização da emulsão de gordura durante o congelamento da mistura de sorvete. Essas propriedades permitem uma melhoria da qualidade do sorvete pelo aumento da capacidade de incorporação de ar (overrun), diminuição do tempo de batimento, melhoria da resistência ao derretimento, redução do crescimento dos cristais de gelo, aumento da secura, rigidez e melhoria da textura, paladar e uniformidade do produto (CLARKE, 2004). No entanto, misturas de sorvete devem ser homogeneizadas para obter os máximos benefícios provindos do emulsificante, sendo que o excesso deste aditivo pode causar encolhimento, derretimento muito lento e sensação gordurosa indesejável na boca (BAER et al., 1997).

As substâncias com potencial emulsificante são moléculas anfifílicas (possuem regiões hidrofílicas e hidrofóbicas), sendo os mais utilizados misturas de mono e diglicerídeos e os ésteres como o Polisorbato 80 (GOFF, 1997-b).

Para a produção de sorvetes, estes aditivos são comercialmente encontrados na forma de misturas de estabilizantes/emulsificantes formulados nas proporções adequadas.

f) Saborizantes

Um dos requisitos essenciais para sorvetes é que eles possuam um sabor agradável ao consumidor. Os sabores podem ser naturais ou sintéticos. Os naturais são extraídos de fontes como plantas, já os sintéticos, podem ser idênticos aos naturais (produzidos artificialmente, mas idêntico à forma natural) ou artificiais (produzidos artificialmente e não ocorrem na natureza) (CLARKE, 2004).

Geralmente, essências de sabores pouco intensos são mais facilmente misturadas e tendem a não ser rejeitadas em altas concentrações (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996).

Um estudo realizado por Hyvonen et al., 2003 concluiu que o teor de gordura utilizado na fabricação do sorvete influenciou a percepção da taxa de liberação e a intensidade do sabor de sorvetes produzidos com essências de morango. A ausência total de gordura causou mudanças significativas nos perfis de aroma e sabor dos sorvetes medidos pela metodologia de tempo e intensidade (TI). Em sorvetes contendo 9 % ou mais de gordura o aroma e sabor de morango foram percebidos como típicos e apenas pequenas diferenças foram observadas entre os diferentes teores de gordura (9, 14, 18 %).

g) Água e ar

A água constitui aproximadamente 60 a 72% (m/m) da formulação do sorvete, sendo o meio em que todos os ingredientes são dissolvidos ou dispersos. Durante o congelamento e endurecimento a maioria da água é convertida em gelo (CLARKE, 2004).

A incorporação de ar no produto deverá obedecer aos padrões regulamentados na legislação de cada país (MARSHALL & ARBUCKLE, 1996). No Brasil, após a incorporação de ar, o sorvete deve apresentar densidade aparente mínima de 475 g/L (BRASIL, 2005), enquanto nos Estados Unidos o sorvete deve possuir no mínimo 4,5 lb/gal o que equivale a aproximadamente 530 g/L (USDA, 2011).

As bolhas de ar são componentes estruturais dos sorvetes sendo normalmente recobertas por gorduras, que por sua vez são recobertas por uma camada de proteínas e emulsificantes (AKHTAR et al., 2009). O ar no

sorvete fornece uma textura leve e influencia as propriedades físicas do derretimento e dureza. Entretanto, não apenas a quantidade de ar incorporado (overrun), mas também a distribuição do tamanho das bolhas de ar influencia nesses parâmetros (SOFJAN e HARTEL, 2004). Visto que, a diminuição do tamanho das bolhas de ar juntamente com coalescência parcial da gordura fornece um aumento da proteção contra a recristalização do gelo (GOFF, 2002) pelo aumento da região interfacial gordura/água e ar/água.

Um tamanho médio de cristais, entre 20 a 50 μm , é o desejado para proporcionar a sensação de cremosidade (GOFF, 1997b). Quando os cristais de gelo são maiores que 50 μm , estes podem ser detectados na boca pelos consumidores e o excesso destes grandes cristais pode resultar em um produto arenoso (DREWETT; HARTEL, 2007). Assim, a produção de sorvete de alta qualidade requer cuidadoso controle do overrun e da distribuição do tamanho das células de ar (SOFJAN e HARTEL, 2004) além do controle das flutuações de temperatura que acarretam no crescimento de grandes cristais de gelo (FERNÁNDEZ et al., 2008).

1.2. Processamento de sorvete

Os detalhes do processamento do sorvete variam em função dos tipos de equipamentos e escala de produção (CLARKE, 2004), mas os estágios básicos são mostrados na Figura 3 :



Figura 3 - Etapas do processamento de sorvete

Fonte: CLARKE, 2004.

a) Preparo da Mistura

Os ingredientes devem ser dosados em quantidades precisas em uma determinada ordem para atingir uma ótima qualidade da mistura. Os ingredientes líquidos (água, leite, etc.) são dosados em primeiro lugar e então se inicia o aquecimento e a agitação. Em seguida, os ingredientes secos (açúcar, estabilizantes, leite em pó, etc.) são adicionados, sendo os estabilizantes os ingredientes mais difíceis de dissolverem (CLARKE, 2004).

b) Pasteurização e Homogeneização

A pasteurização da mistura é o processo de aquecimento em tempo e temperatura definidos para eliminação de microrganismos patogênicos e redução de deterioradores. Em virtude da ação protetora da gordura e do açúcar sobre os microrganismos é necessária a utilização dos seguintes binômios: 68,5°C, por 30 minutos; 79,5°C por 25 segundos; 85°C, por 20 segundos; ou 138°C, por 1 a 3 segundos (MOSQUIM, 1999).

O tratamento térmico é de grande importância no processamento do sorvete uma vez que auxilia na hidratação de alguns componentes do sorvete, como proteínas e estabilizantes (ALDAZABAL et al., 2006). A elevação da temperatura desnatura as proteínas do soro de leite e grande parte destas se associa com as micelas de caseína (WALSTRA e JONKMAN, 1998) ou moléculas adjacentes, por interações hidrofóbicas e pontes dissulfídicas, formando redes que contribuem para o aumento da viscosidade (KINSELLA, 1984).

Devido à pasteurização, grandes glóbulos de gordura são formados. Caso o sorvete seja produzido com esta mistura, poderá ocorrer uma distribuição inadequada da gordura e das bolhas de ar. Assim, a homogeneização é utilizada em escala industrial para reduzir o tamanho dos glóbulos de gordura, tornando-os uniformes (ALDAZABAL et al., 2006).

A etapa de homogeneização é amplamente empregada na indústria de alimentos pela estabilização de emulsões e melhoria da textura e do sabor de diversos produtos lácteos, incluindo sorvetes (INNOCENTE et al., 2009). A homogeneização é realizada forçando-se a passagem da mistura aquecida através de um pequeno orifício sob condições moderadas de pressão (por

exemplo 200-3000 psi) (GOFF, 1997b), o que leva à diminuição do tamanho e aumento do número de partículas de gordura dispersas (INOCENTE et al., 2009). Neste processo, uma nova interface ou membrana é formada dependendo da natureza, estrutura e concentração da fase aquosa (GOFF, 1997b; SEGALL; GOFF, 2002). Em sorvetes à base de leite as proteínas do leite emulsionam a gordura durante a etapa de homogeneização e, através da interação com o emulsificante na interface oleosa, contribuem para a coalescência parcial e formação da estrutura da gordura na etapa seguinte de maturação (GOFF, 2008).

c) Maturação

Depois de finalizada a homogeneização, a mistura deve ser resfriada imediatamente a 0-4 °C objetivando preservar a qualidade microbiológica e o sabor fresco (STOGO, 1997). A maturação (0-4 °C por 12-24h) é recomendada para melhor hidratação das proteínas do leite e do estabilizante e ainda para melhorar a qualidade de aeração da mistura (GOFF, 1997a). Nesta etapa, o emulsificante é adsorvido na superfície das gotículas de gordura, substituindo algumas proteínas do soro e caseínas (Figura 4) o que enfraquece a membrana e promove a desestabilização parcial de gordura. Além disso, ocorre a cristalização da gordura nas gotículas. É essencial que a maturação dure tempo suficiente para que a cristalização da gordura ocorra e que os emulsificantes desloquem algumas proteínas, pois ambos os processos são importantes precursores da próxima fase de produção de sorvete (CLARKE, 2004).

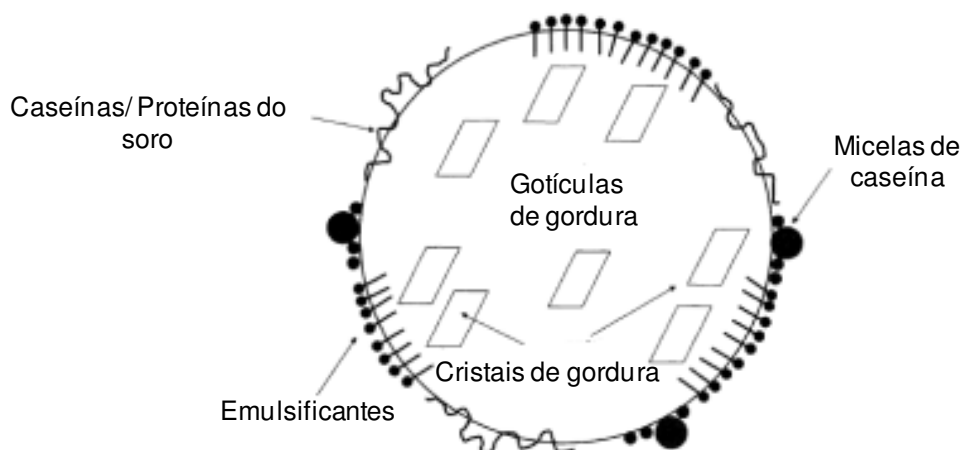


Figura 4 - Gotícula de gordura durante a maturação, mostrando a adsorção de proteínas do leite e emulsificantes na superfície da gotícula e cristalização da gordura.

Fonte: CLARKE, 2004.

d) Congelamento

A etapa de congelamento converte a mistura em sorvete pela simultânea aeração, congelamento e batimento para geração dos cristais de gelo, das bolhas de ar e da matriz do produto (CLARKE, 2004). A textura macia e a sensação de refrescância percebida durante o consumo do sorvete é altamente condicionada, além de sua formulação, por sua estrutura, ou seja, pela distribuição, tamanho e morfologia de suas bolhas de ar e cristais de gelo (RUSSELL et al., 1999).

A operação de congelamento consiste de duas fases: (1) a mistura é congelada rapidamente, sendo agitada para incorporação de ar e para limitar o tamanho dos cristais de gelo formados; (2) o produto parcialmente congelado é mantido sem agitação em um ambiente de baixa temperatura para remoção rápida de calor (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996).

A ação de batimento e cristalização do gelo desestabiliza a emulsão da gordura na mistura, formando aglomerados de glóbulos de gordura que atuam como um agente compactante e fornece suporte para as bolhas de ar primariamente circundadas por proteínas. A combinação de proteínas de leite e gordura parcialmente coalescida, fornece força e estrutura para o sorvete (MARSHALL e ARBUCKLE, 1996).

2. ALIMENTOS *LIGHT*

O aumento da expectativa de vida e as mudanças no estilo de vida têm levado a um aumento na ocorrência de doenças crônicas, como osteoporose, câncer, doenças cardiovasculares, hipertensão e diabetes (WHO, 2003). Muitas dessas doenças estão associadas ao consumo demasiado de alguns alimentos industrializados e a falta de atividades físicas. Dessa forma, o mercado de produtos saudáveis, dentre eles os produtos *light*, tem aumentado significativamente, nos últimos anos, devido ao aumento do número de consumidores preocupados com a saúde e a qualidade de vida.

A Portaria N° 27 de 13 de janeiro de 1998 classifica os alimentos como *light* quando houver uma redução de pelo menos 25% na quantidade de um determinado nutriente e/ou calorias em relação ao alimento tradicional. Além de cumprir o atributo “baixo” referente às condições para declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes e ou valor energético em relação ao conteúdo absoluto ou cumprir o atributo “reduzido” em relação ao conteúdo comparativo (BRASIL, 1998). Sendo assim, o termo *light* é utilizado para designar alimentos com propriedades nutricionais muito diversificadas, podendo representar baixo ou reduzido valor energético, açúcar, gordura total, gordura saturada, colesterol e outros nutrientes que nada tem a ver com redução energética, como por exemplo, o sódio. (PEREIRA, LOPES e COELHO, 2003).

Neste contexto, as indústrias de alimentos se encontram frente a um grande desafio que é a produção de alimentos *light* que possuam qualidade sensorial semelhantes aos produtos tradicionais.

Alguns pesquisadores já obtiveram resultados satisfatórios na produção de sorvete *light*, seja utilizando isolado protéico de soja (FRIEDECK, KARAGUL-YUCEER e DRAKE, 2003), concentrado protéico de soro de leite (YILSAI, YILMAZ e BAYIZIT, 2006; PADIERNOS et al., 2009; CHAUHAN et al., 2010) ou amido modificado como substituintes de gordura (AIME et al., 2001), ou utilizando edulcorantes (CADENA, 2008), inulina (SCHALLER e SMITH, 1999; WOOD, 2011), ou FOS (WOOD, 2011) como substituintes da sacarose.

3. CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO

O soro de leite é um coproduto fluido com coloração amarelo esverdeada resultante da precipitação das proteínas do leite, principalmente na produção de queijos, sendo classificado como soro doce ou soro ácido. A maioria do soro de leite produzido no mundo é do tipo soro doce. Do volume total de leite destinado à fabricação de queijos, 85 a 95% resultam em soro de leite, o qual contém aproximadamente 55% do total de nutrientes do leite (YADA, 2004; SMITHERS, 2008).

O soro lácteo possui alto grau poluidor, devido a sua alta demanda bioquímica de oxigênio que causa a mortandade da fauna e flora aquática dos cursos d'água onde é despejado (SILVA, 2006). Deste modo, considerando o cenário preocupante em relação à preservação do meio ambiente, as indústrias têm buscado alternativas ao seu aproveitamento, de forma a evitar o seu descarte.

Concomitantemente, com o crescente reconhecimento do valor nutricional, funcional e tecnológico dos componentes do soro de leite (SMITHERS, 2008), tais produtos passaram a ser largamente utilizados na indústria de alimentos como ingrediente de vários produtos (FOEGEDING et al., 2002; WIT, 1998).

O processo de ultrafiltração do soro de leite permite a concentração de proteínas no retentado que após secagem, obtém-se o concentrado protéico do soro (CPS). A combinação de ultrafiltração e a diafiltração remove minerais e lactose do retentado permitindo a produção de CPSs com concentração superior a 50% de proteínas (TUNICK, 2008). A composição típica de alguns CPSs pode ser observada na Tabela 2.

Devido a suas propriedades nutritivas as proteínas do soro de leite vêm sendo cada vez mais usadas na nutrição humana. Elas possuem excepcional valor biológico e em relação aos aminoácidos essenciais, o soro de leite é a maior fonte quando comparado ao ovo, caseína, carne e soja (SMITHERS, 2008), atendendo ou superando todas as exigências qualitativas e quantitativas estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde.

Tabela 2 - Composição típica de alguns Concentrados protéicos de soro (CPS) em pó

% CPS	35	50	65	80
Umidade	4,6%	4,3%	4,2%	4,0%
Proteína	29,7%	40,9%	59,4%	75%
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)

A utilização dos CPSs confere inúmeros benefícios tecnológicos aos alimentos, dentre os quais se destacam: melhoria na textura, realce de sabor e cor, solubilidade, formação e estabilidade de espuma, formação e estabilidade de emulsão, geleificação, formação de filmes e cápsulas protetoras (WONG, CAMIRANT e PAVLATH, 1996; HALL e IGLESIAS, 1997, TUNICK, 2008).

Essas propriedades funcionais são regidas pela composição e estrutura da proteína, e influenciadas pelas condições ambientais, tratamentos prévios, condições de processamento, e métodos para sua caracterização, o que torna extremamente difícil avaliar essas propriedades e prever seus efeitos sobre a funcionalidade de proteínas em matrizes alimentares (WIT, 1998).

Proteínas do soro podem ser utilizadas como ingredientes funcionais e como substituintes do leite em produtos lácteos como o sorvete (VULINK, 1995 citado por De WIT, 1998). O CPS tem sido incluído nas formulações de misturas de sorvete devido a sua contribuição favorável na qualidade sensorial do alimento (CHAUHAN et al. 2010; LIM et al., 2008; PADIERNOS et al, 2009; YILSAY, YILMAZ e BAYIZIT, 2006; RUGER et al., 2002; TIRUMALESHA e JAYAPRAKASHA, 1998; LEE e WHITE, 1991; PARSONS et al., 1985), uma vez que possui propriedades emulsificantes, espumantes e solubilidade adequadas à produção deste produto.

4. FRUTOOLIGOSSACARÍDEO

Os Frutooligossacarídeos (FOS) são oligossacarídeos que estão presentes como compostos de reserva energética em mais de 36 mil espécies de vegetais, muitos dos quais utilizados na alimentação humana. As principais fontes naturais incluem aspargos, beterraba, alho, chicória, cebola, alcachofra de Jerusalém, trigo, mel, banana, cevada, tomate e centeio (GRAJEK e OLEJNIK, 2005). Quimicamente são formados através de ligação específica (β -(2-1)) entre uma molécula de glicose e duas a oito moléculas de frutose (PASSOS e PARK, 2003; SANGEETHA, RAMESHA e PRAPULLA, 2005).

Esses compostos são mais solúveis em meio aquoso que a sacarose e fornecem entre 30-50% do poder adoçante desta (HAULY e MOSCATTO, 2002). Além disso, não cristalizam, não precipitam, e não deixam sensação de secura ou areia na boca (YUN, 1996). Apresentam propriedades físicas que os tornam aplicáveis em produtos alimentícios, como ausência de cor e de odor, estabilidade em pH neutro e em temperaturas superiores a 140°C (HAULY e MOSCATTO, 2002; PASSOS e PARK, 2003).

Ao contrário do amido e dos monossacarídeos, os oligossacarídeos não são utilizados pela microbiota bucal para formar ácidos e poliglucanas, conseqüentemente são usados como açúcares de baixa cariogenicidade em confeitados, gomas de mascar, iogurtes e bebidas (CRITTENDEN e PLAYNE, 1996; SWENNEN, COURTIN e DELCOUR, 2006).

Como status legal, os FOS são considerados ingredientes e não aditivos alimentares. Além disso, são confirmados como fibras dietéticas pelas autoridades legais em vários países, e nos Estados Unidos possuem o status GRAS (Generally recognized as safe) (LEMOS, 2008).

Diversas pesquisas têm ressaltado a influência do uso dos FOS sobre processos fisiológicos e bioquímicos no organismo, como agente bifidogênico, estimulador do sistema imunológico, regulador do trato gastrointestinal, beneficiador do metabolismo lipídico, redutor da incidência de câncer de cólon e redutor da síntese de triglicerídeos (KAUR e GUPTA, 2002). Além disso, seu consumo está associado ao aumento da absorção e retenção de cálcio (ABRAMS et al., 2005; BOSSCHER, VAN LOO e FRANCK., 2006; HAMILTON-

MILLER, 2004; MOSCATTO et al., 2006), e outros minerais (GUDIEL-URBANO e GOÑI, 2002).

Os resultados obtidos por Wood (2011) sugeriram que FOS podem ser utilizados como ingredientes em sorvete quando substitui até 20% do açúcar, pois em concentrações superiores ocorrem alterações nas características sensoriais e diminuição da aceitação do produto.

Sales et al. (2005) concluíram que a adição de 5% de FOS em sorvete comercial de creme não altera a aceitação global do produto quando comparado ao controle, o que indica que o FOS é um ingrediente promissor no desenvolvimento de produtos fontes de fibras.

5. ANÁLISE SENSORIAL DE SORVETE

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), a análise sensorial é uma ciência que evoca, mede, analisa e interpreta as reações humanas frente às características dos alimentos e materiais, percebidas pelos cinco sentidos: paladar, olfato, tato, visão e audição.

Diversos pesquisadores utilizam a análise sensorial para avaliar formulações e processamentos de sorvetes, seja descrevendo atributos sensoriais ou analisando o comportamento dos consumidores. Como mostrado na Tabela 3, dentre as metodologias sensoriais, a análise descritiva quantitativa (ADQ) tem sido a mais utilizada nestes estudos.

Tabela 3 - Trabalhos que utilizaram metodologias sensoriais em estudos com sorvetes

Autor	Objetivos	Metodologia Sensorial
GUINARD et al. (1997)	Avaliar o efeito dos teores de açúcar e gordura nas propriedades sensoriais de sorvete.	ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ)
ROLAND et al. (1999)	Avaliar o efeito de diferentes substituintes de gordura nas propriedades sensoriais, taxa de derretimento, cor e dureza de sorvetes.	ADQ
SCHALLER-POVOLNY e SMITH (1999)	Avaliar o efeito da substituição de xarope de glicose (42DE) por inulina nas propriedades sensoriais de sorvete com teor reduzido de gordura.	ADQ
PRINDIVILLE, MARSHALL e HEYMANN (2000)	Avaliar o efeito de gordura láctea, manteiga de cacau e proteínas do soro de leite nas propriedades sensoriais de sorvete de chocolate com baixo teor de gordura e sem gordura.	ADQ e Aceitação (Escala hedônica de 9 pontos)
BOWER e BAXTER (2003)	Avaliar as propriedades sensoriais e a percepção dos consumidores de sorvetes artesanais e industrializados.	ADQ e Aceitação (Escala hedônica de 9 pontos)
FRIEDECK, KARAGUL-YUCEER e DRAKE (2003)	Avaliar as propriedades sensoriais, cor e viscosidade instrumentais e componentes voláteis em sorvetes com baixo teor de gordura enriquecidos com proteínas de soja.	ADQ
FROST et al. (2005)	Avaliar a intensidade de diferentes sabores (framboesa, côco, banana e baunilha) em sorvetes com diferentes teores de gordura.	Análise Tempo e Intensidade
FAVARO-TRINDADE et al. (2006)	Avaliar a aceitação de sorvete probiótico de acerola.	Aceitação (Escala hedônica de 9 pontos)
LUM e ALBRECHT (2008)	Avaliar o efeito da substituição de açúcar por FOS e Inulina na aceitação de sorvete prebiótico.	Aceitação (Escala hedônica de 17cm)
SALES et al. (2005)	Avaliar a aceitação sensorial de sorvetes de creme ricos em fibras	Aceitação (Escala hedônica de 9 pontos)
THOMPSON et al. (2008)	Comparar as características sensoriais de sorvetes produzidos na Itália e nos Estados Unidos.	ADQ
LIM et al. (2010)	Avaliar o efeito da adição de óleo de linhaça nas propriedades físico-químicas e sensoriais de sorvete com teor reduzido de gordura.	ADQ
WOOD (2011)	Avaliar o efeito da substituição de açúcar por FOS nas características sensoriais e na aceitação de sorvetes	ADQ e Aceitação (Escala hedônica de 9 pontos)

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) apresenta-se como uma técnica em que indivíduos treinados identificam e quantificam, em ordem de

ocorrência, os atributos levantados para estudo, a fim de proporcionar uma completa descrição das propriedades sensoriais do produto (STONE & SIDEL, 1974; MURRAY, DELAHUNTY e BAXTER, 2001). Com isso, os dados descritivos obtidos podem ser associados aos dados de aceitação dos consumidores permitindo o entendimento dos direcionadores sensoriais de aceitação, e podem ser correlacionados com a formulação ou medidas instrumentais para avaliar a influência dos componentes químicos e físicos de um produto em suas características sensoriais (KEMP, HOLLOWOOD e HORT, 2009).

6. ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS

A associação de palavras é uma metodologia amplamente utilizada nas áreas de sociologia e psicologia por permitir a avaliação de conceitos, crenças e atitudes relacionadas ao comportamento humano. O método é baseado na suposição de que dando uma palavra de estímulo e pedindo que o respondente livremente a associe as idéias vindas à sua mente, ocorra um acesso relativamente irrestrito a representações mentais do estímulo. É comprovado que as idéias expressas dentro de um procedimento de associação de palavras são produções espontâneas sujeitas a menos restrições do que normalmente é imposto em entrevistas ou questionários fechados, permitindo assim, a obtenção de resultados menos tendenciosos (WAGNER et al., 1996).

Assim, a associação de palavras trata-se de uma técnica projetista de pesquisa exploratória, em que o pesquisador apresenta ao entrevistado um estímulo ambíguo como um bom meio de descobrir motivações ocultas a partir das primeiras imagens, associações, pensamento ou emoções que vem à mente do respondente.

Hovardas e Korfiatis (2006) utilizaram esta metodologia para avaliar a mudança conceitual devido ao ensino de ciências, apoiando-se nos pressupostos da teoria das representações sociais. O método proposto foi aplicado antes e depois de um curso de ecologia para estudantes universitários. Foram avaliados os estímulos “balanço”, “recursos” e “equilíbrio” e observou-se uma alteração das associações feitas em relação aos

estímulos após o curso de ecologia. Este resultado demonstrou que o aprendizado foi efetivo na mudança conceitual dos estudantes, sendo a associação de palavras uma ferramenta adequada para a avaliação dos resultados alcançados por procedimentos de ensino.

Segundo Swaddling e Zobel (1996) citados por Jr Hair et al. (2007), uma pesquisa exploratória, quando bem conduzida, abre uma janela para as percepções, comportamentos e necessidades do consumidor. Ela possibilita que as empresas desenvolvam novos produtos bem-sucedidos de maneira mais sistemática. Essa compreensão superior do consumidor leva a decisões eficazes e reconhecimento das oportunidades do mercado, uma definição distinta da área em que a empresa compete e uma alta probabilidade de produzir produtos inovadores que impulsionam lucros extraordinários.

Com base nas teorias de valor da expectativa (the expectancy-value theories) de Ajzen e Fishbein (1980) citadas por Roininen et al. (2006) as associações mais ressaltadas ou crenças que o consumidor possui por determinado produto são os melhores preditores de seu comportamento em relação ao produto. Assim, as associações que primeiro venham à mente dos respondentes são aquelas que devem ser mais relevantes para a escolha e compra de um produto.

Deste modo, a associação de palavras, possui também grande aplicação para a indústria de alimentos, pois é útil no estudo da percepção de consumidores de produtos alimentícios e na determinação de direcionadores da escolha do consumidor por determinados produtos (VAN KLEEF et al., 2005). Esta metodologia pode, portanto, fornecer dados importantes no levantamento de ideias para o desenvolvimento de novos produtos e fornecer resultados satisfatórios no direcionamento do marketing dos produtos.

Ares e Deliza (2010a) utilizaram a associação de palavras para estudar a influência do formato e cor de embalagens de sobremesas lácteas na expectativa dos consumidores. Seis imagens de embalagens foram utilizadas como estímulos, possuindo 2 níveis para formato (redondo e quadrado) e 3 níveis para cor (branca, preta e amarela). Os resultados sugeriram que o formato e a cor das embalagens influenciaram as expectativas sensoriais e hedônicas dos consumidores em relação a sobremesas que supostamente estariam em seu interior.

Gámbaro et al. (2011) também utilizaram a associação de palavras

para avaliar a percepção dos consumidores uruguaios em relação a óleos vegetais (azeite de oliva, óleo de soja, óleo de milho, óleo de farelo de arroz e óleo de girassol). Como resultado eles observaram que os consumidores associaram de forma diferenciada os óleos. O azeite de oliva foi associado a um produto *gourmet* de alta qualidade com efeitos positivos a saúde. Os óleos de milho, farelo de arroz e girassol foram associados a óleos comuns e multiusos. Já o óleo de soja foi associado a um produto de baixa qualidade. Portanto, esta metodologia permitiu a identificação de atributos que podem ser relevantes para as decisões dos consumidores em relação aos óleos que eles normalmente comprem e consomem.

Além desses, outros estudos (ROININEN et al., 2006; ARES et al., 2008; ARES e DELIZA 2010b, e GUERRERO et al., 2010) têm demonstrado a importância da associação de palavras na avaliação do comportamento do consumidor devido a facilidade de execução e riqueza nos dados obtidos.

7. INFLUÊNCIA DA PREOCUPAÇÃO COM A SAÚDE NA PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES

Aumento da expectativa de vida e mudanças no estilo de vida tem levado a um aumento na ocorrência de doenças crônicas, como osteoporose, câncer, doenças cardiovasculares, hipertensão e diabetes (WHO, 2003). Muitas dessas doenças estão associadas ao consumo demasiado de alguns alimentos industrializados e a falta de atividades físicas. Neste contexto, alguns pesquisadores iniciaram estudos com o objetivo de melhorar a alimentação humana e consequentemente aumentar sua qualidade de vida. Com isso, no início dos anos 90, alimentos funcionais foram lançados no Japão como uma alternativa para prevenir doenças e reduzir o custo com cuidados médicos (SHIMIZU, 2003).

A preocupação dos consumidores com a saúde possui um papel importante na aceitação de muitos produtos. Por exemplo, Bidlack (1996) observou que 95% dos americanos acreditam que a variedade, equilíbrio e moderação são as chaves para uma alimentação saudável e 83% deles reconhecem que o que comem pode afetar sua saúde no futuro. DANTAS

et al. (2005), sugerem em sua pesquisa, que a preocupação com a saúde possuiu influência na avaliação de embalagens de couve minimamente processada pelos consumidores. De acordo com as respostas do questionário HCS (Health Consciousness Scale) os respondentes consideravam positiva a relação entre nutrição e saúde e apresentavam elevada preocupação com a saúde, atribuindo a segunda mais alta importância relativa (13,7%) ao tipo de produção da couve minimamente processada, com maior intenção de compra para a produção sem produtos químicos.

Ares et al. (2008); Urala e Lähteenmäki (2003, 2004) mostraram em seus trabalhos que as atitudes dos consumidores em relação à saúde têm sido identificadas como fator principal na aceitação de alguns alimentos funcionais. Verbeke (2005) concluiu que a presença de um membro da família doente aumenta a probabilidade do consumo de alimentos funcionais entre os familiares, e a crença nos benefícios à saúde relacionados a estes produtos é o principal determinante de sua aceitação.

Além disso, no estudo realizado por Hoefkens, Verbeke e Van Camp (2011) em diferentes países Europeus (Bélgica, França, Itália, Noruega, Polônia e Espanha) em que se avaliou a importância da presença de informação sobre nutrientes considerados de 'qualidade' como fibras, vitaminas e minerais em detrimento de nutrientes de 'baixa qualidade' como gordura, gordura saturada, sal, açúcares e energia, nos rótulos dos produtos. Observou-se que a percepção do valor nutricional é importante na seleção dos alimentos pelos consumidores, sendo os nutrientes de 'qualidade' mais influentes nesta decisão. Esta maior influência foi percebida, sobretudo, entre mulheres, idosos, pessoas realizando dietas e mais preocupadas com a saúde.

Neste contexto, a influência da preocupação com a saúde nas escolhas por alimentos possuem um impacto nas políticas públicas de saúde, visto que os resultados obtidos por Pieniak, Pérez-Cueto e Verbeke (2009) mostraram que indivíduos saudáveis estão negativamente associados à probabilidade de serem obesos. Além disso, a probabilidade destes de serem obesos diminuiu com a maior conscientização dos riscos de sofrer de estresse e de câncer, enquanto a probabilidade de excesso de peso diminuiu com a maior conscientização dos riscos de sofrer de stress.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, S. A. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 82, p. 471-476, 2005.

ADAPA, S.; DINGELDEIN, H.; SCHMIDT, K. A.; HERALD T. J. Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n.10, 2000.

AIME, D.B.; ARNTFIELD, S.D; MALCOLMSON, L.J; RYLAND, D. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. **Food Research International**, v.34, p. 237-246, 2001.

AJZEN, I.; FISHBEIN, M. **Understanding Attitudes and Predicting Behaviour**. Engelwood Cliffs: Prentice-Hall, 1980.

AKOH, J. Fats, oils and fat replacers. **Food Technology**, v.52, n.3, p.47-53, 1998.

ALDAZABAL, J.; MARTÍN-MEIZOSO, A.; MARTÍNEZ-ESNAOLA, J.M.; FARR, R. Deterministic model for ice cream solidification. **Computational Materials Science**, v. 38, n.1, p. 9-21, 2006.

ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Understanding consumers' perceptions of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 636-643, 2008.

ARES, G.; e DELIZA R. Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. **Food Quality and Preference**, v.21, p. 930–937, 2010a.

ARES, G., & DELIZA, R. Identifying important package features of milk desserts using free listing and word association. **Food Quality and Preference**, v.21, p. 621–628, 2010b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETE (ABIS). **Estatística do consumo de sorvete no Brasil**. Disponível em: http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html; Acessado em: 18/11/2011 e 27/02/2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Terminologia – NBR 12806. São Paulo: ABNT, 1993.

BAER, R. J.; WOLKOW, M. D.; KASPERSON, K. M. Effect of Emulsifiers on the Body and Texture of Low Fat Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n.12, p.3124-3132, 1997.

BIDLACK, W. R. Interrelationships of food, nutrition, diet and health: The National Association of State Universities and Land Grant Colleges White Paper. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 15, n. 5, p. 422–433, 1996.

BOLLIGER, S. GOFF, H.D. e THARP, B.W. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. **International Dairy Journal**, v.10, n.10, p.303-309, 2000.

BOSSCHER, D.; VAN LOO, J.; FRANCK, A. Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 9, p. 1092-1097, 2006.

BOWER, J.A.; BAXTER, I.A; Sensory Properties and consumer perception of “home-made” and commercial dairy Ice cream. **Journal of Sensory Studies**, v.18, p.217-234, 2003.

BRASIL. Portaria n° 27 de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar**. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 266, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set. 2005.

CADENA, R. S. **Sorvete sabor creme tradicional e “light”: Perfil sensorial e instrumental**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, 2008.

CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D.; e STANLEY, D. W. A low-temperature scanning electron microscopy study of ice cream. II. Influence of selected ingredients and processes. **Food Struct.**, v.11, p.11–23. 1992.

CLARKE, C. **The Science of Ice Cream**. The Royal Society of Chemistry,

Cambridge, UK, 208p., 2004.

CHAUHAN, J. M.; LIM, S.-Y.; POWERS, J. R.; ROSS, C. F. e CLARK, S. Short communication: Low-fat ice cream flavor not modified by high hydrostatic pressure treatment of whey protein concentrate. **Journal of Dairy Science**, v.93, p. 1452–1458, 2010.

CRITTENDEN, R. C.; PLAYNE, M. J. Production, properties and applications of foodgrade oligosaccharides. **Trends in Food Science & Technology**, v.71, November, 1996.

DANTAS, M.I.S.; MINIM,V.P.R.; DELIZA, R. Tradução e validação para a língua portuguesa do questionário Health Consciousness utilizado em estudos de consumidor. **Boletim sbCTA**. Campinas, v. 37, n. 2, p.103-105, 2003.

DREWETT, M.E.; HARTEL, R.W. Ice crystallization in a scraped surface freezer. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n.3, p. 1060-1066, 2007.

DZIEZAK, J. D. Emulsifiers: the interfacial key to emulsion stability. **Food Technology**, v.42, n.10, p.172, 1988.

FLORES, A.A. e GOFF, H.D. Ice crystal distrubution in dynamically frozen model solution and ice cream as affected by stabilizers. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.6, p.1399-1407, 1999.

FOEGEDING, E.A., DAVIS, J.P., DOUCET, D., MCGUFFEY, M.K. Advances in modifying and understanding whey protein functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, p.151-159, 2002.

FRIEDECK, K.G.; KARAGUL-YUCEER, Y.; DRAKE, M.A. Soy Protein Fortification of a Low-fat Dairy-based Ice Cream. **Journal of Food Science**, v.68, n.9, p. 2651- 2657, 2003.

FRØST, M. B.; HEYMANN, H.; BREDIE, W.L.P.; DIJKSTERHUIS G.B.; MARTENS, M. Sensory measurement of dynamic flavour intensity in ice cream with different fat levels and flavourings. **Food Quality and Preference**,v. 16, n. 1, p. 305-314, 2005.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; BERNARDI, S.; BODINI R. B.; BALIEIRO, J. C. C.; e ALMEIDA ,E. Sensory Acceptability and Stability of Probiotic Microorganisms and Vitamin C in Fermented Acerola (Malpighia emarginata DC.) Ice Cream. **Sensory and Nutritive Qualities of Foods**, v.71, n.6, p. 492-

495, 2006.

FERNÁNDEZ, P.P.; OTERO, L.; MARTINO, M.M.; MOLINA-GARCÍA, A.D.; SANZ, P.D. High-pressure shift freezing: recrystallization during storage. **European Food Research Technology**, v. 227, n. 5, p. 1367-1377, 2008.

GAMBARRO, A.; DAUBER, C.; ARES, G.; ELLIS, A. C. Studying Uruguayan consumer's perception of vegetable oils using word association. **Brazilian Journal of food Technology**, 6°SENSIBER, p.131-139, 2010.

GELIN, J.L.; LORIENT, D.; POYEN, L.; RIZZOTTI, R.; DACREMONT, C. e MESTE, M.L. Interactions between food components in ice cream II: structure-texture relationships. **Food Hydrocolloids**, v.10, n.4, p.199-215, 1996.

GOFF, H.D. 65 Years of ice cream science. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 7, p. 754– 758, 2008.

GOFF, H.D. Formation and stabilization of structure in ice-cream and related products. **Current Opinion in Colloid and Interface Science**, v. 7, n. 5-6, p. 432–437, 2002.

GOFF, H. D. Instability and partial coalescence in whippable dairy emulsions. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2620–2630, 1997a.

GOFF, H. D. Colloidal Aspects of Ice Cream-A Review. . **International Journal of Dairy Technology**, v.7, p.363-373, 1997b.

GOFF, H.D.; DAVIDSON, V.J.; CAPPI, E. Viscosity of ice cream mix at pasteurization temperatures. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 8, p. 2207-2213, 1994.

GOFF, H. D., CALDWELL, K. B., STANLEY, D. W., MAURICE, T. J. The influence of polysaccharides on the glass transition in frozen sucrose solutions and ice cream. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1268–1277, 1993.

GOFF, H.D.; KINSELLA, J.E. e JORDAN, W.K. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2, p.385-397, 1989.

GRAJEK, W.; OLEJNIK, A. S. A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as

functional foods. **Acta Biochimica Polonica**, v. 52, n.3, p.665–671, 2005.

GUDIEL- URBANO, M.; GOÑI, I. Effect of fructooligosaccharide on nutritional parameters and mineral bioavailability in rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, p. 913-917, 2002.

GUERRERO, L.; CLARET, A.; VERBEKE, W.; ENDERL I, G.; ZAKOWSKA-BIEMANS, S.; VANHONAKCER, F.; ISSANCHOU, S.; SAJDAKOWSKA, M.; GRANLI, B. S.; SCALVEDI, L.; CONTEL, M.; HERSLETH, M. Perception of traditional food products in six European regions using free word association. **Food Quality and Preference**, v. 21, p.225-233, 2010.

GUINARD, J.-X.; ZOUMAS-MORSE, C.; MORI, L.; UATONI, B.; PANYAM, D.; e KILARA, A. Sugar and Fat Effects on Sensory Properties of Ice Cream. **Journal of Food Science**, v.62, n.5, 1997.

HALL, G. M.; e IGLESIAS, O. Functional properties of dried milk whey. **Food Science and Technology International** , v.3, 381–383, 1997.

HAMILTON-MILLER, J. M. T. Probiotic and prebiotics in the elderly. **Postgraduate Medical Journal**, v. 80, p. 447-451, 2004.

HAULY, M.C.O.; MOSCATTO, J. A. Inulina e Oligofrutose: Uma revisão sobre as propriedades funcionais, efeitos prebióticos e importância na indústria de alimentos. Semina: **Ciências Exatas e tecnológicas**, Londrina, v.23, n.1, p. 105-118, 2002.

HOEFKENS, C.; VERBEKE, W.; VAN CAMP, J. European consumers' perceived importance of qualifying and disqualifying nutrients in food choices. **Food Quality and Preference**, v. 22, p.550-558, 2011.

HOVARDAS, T.; KORFIATIS, K. J. Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. **Learning and Instruction**, v.16, p. 416-132, 2006.

HYVONEN, L.; LINNA, M.; TUORILA, H.; e DIJKSTERHUIS, G. Perception of Melting and Flavor Release of Ice Cream Containing Different Types and Contents of Fat. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p. 1130-1138, 2003.

Jr. HAIR, J. F.; MONEY, A.; BABIN, B., SAMOUEL P. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa Em Administração**. Bookman, p. 75-104, 2007.

KAUR, N.; GUPTA A. K . **Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition**. Department of Biochemistry and Chemistry, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India, 2002.

KEMP, S.E; HOLLOWOOD, T.; HORT, J. **Sensory Evaluation: a practical handbook**. Blackwell publishing, 2009.

KOXHOLT, M.M.R.; EISENMANN B.; HINRICHS, J. Effect of the Fat Globule Sizes on the Meltdown of Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n.1, p.31-37, 2001.

KOEFERLI, C.R.S.; PICCINALI, P.; e SIGRIST, S. The Influence of Fat, Sugar and No-Fat Milk Solids on Selected Taste, Flavor and Texture Parameters of Vanilla Ice-Cream. **Food Quality and Preference**, v. 7, n. 2, p. 69-79, 1996.

INNOCENTE, N.; BIASUTTI, M.; VENIR, E.; SPAZIANI, M.; MARCHESINI, G. Effect of high-pressure homogenization on droplet size distribution and rheological properties of ice cream mixes. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1864–1875, 2009.

LEE, F.Y. e WHITE, C.H. Effect of ultrafiltration retentates and whey protein concentrates on ice cream quality during storage. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1171-1180, 1991.

LEMOES, A. C. G. **Efeito da suplementação de Frutooligossacarídeos (FOS) sobre o sistema Imunológico: estudo em ratos**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, 2008.

LIM, S.Y.; SWANSON, B. G.; ROSS, C. F.; e CLARK S. High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for Improved Body and Texture of Low fat Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v.91, p. 1308–1316, 2008.

LIM, C. W.; NORZIAH, M.H.; e LU, H. F. S. Effect of flaxseed oil towards physicochemical and sensory characteristic of reduced fat ice creams and its stability in ice creams upon storage. **International Food Research Journal**, v.17, p. 393-403, 2010.

LUM, A. K. E ALBRECHT, J. A. Sensory Evaluation of Ice Cream made with Prebiotic Ingredients. **Review of Undergraduate Research in Agricultural and Life Sciences**, v.3, n.1, art.4, 2008.

MACHADO, G. C. **Utilização de Óleo de Coco Babaçu, Concentrado Protéico de Soro e Leite em pó desnatado na produção de Sorvetes.** (Tese doutorado – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, 2005.

MARSHALL, R.T. e ARBUCKLE, W.S. **Ice cream.** 5. ed., International Thomson Publishing, 1996.

MARSHALL R.T., Goff H. D., Hartel R.W. **Ice cream.** 6. ed., Kluwer academic/Plenum Publishing, 2003.

MILK INGREDIENTS. **Whey Protein Concentrate.** Disponível em: <http://www.milkingredients.ca/dcp/article_e.asp?catid=145&page=209>. Acesso 12/11/2011.

MORR, C.V. Beneficial and adverse effects of water-protein interactions in selected dairy products. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2, p.575-580, 1989.

MOSCATTO, J. A.; BORSATO, D.; BONA, E.; OLIVEIRA, A. S.; HAULY, M.C. O. The Optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. **Int. Journal of Food Science and Technology**, UK, v. 41, n. 8, p. 181-188, 2006.

MOSQUIM, M.C.A.V. **Fabricando Sorvete com Qualidade.** Fonte Comunicações e Edições e Editora Ltda; São Paulo, 1999, 120p.

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

PADIERNOS, C. A.; LIM, S.-Y.; SWANSON, B. G.; ROSS, C. F.; e CLARK, S. High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for use in low-fat whipping cream improves foaming properties. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 7, 2009.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p385-390, 2003.

PARK, S.H.; HONG, G.P.; KIM, J.Y.; CHOI, M.J.; MIM, S.G. The influence of food hydrocolloids on changes in the physical properties of ice cream. **Food Science and Biotechnology**, v. 15, n. 5, p. 721-727, 2006.

PARSONS, J. G.; OYBING, S. T.; CODER, D. S.; SPURGEON, K. R.; e SEAS, W. Acceptability of Ice Cream Made with Processed Wheys and Sodium Caseinate. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.2880-2885, 1985.

PATEL, M. R., BAER R. J., ACHARYA M. R. Increasing the Protein Content of Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 5, p. 1400-1406, 2006.

PEREIRA, C. A. S.; LOPES, M. A. M.; COELHO, A. I. M. **Alimentos Light e Diet, Informação nutricional**. Ed UFV; Viçosa, 2003, p. 11-17.

PIENIAK, Z.; PÉREZ-CUETO, F.; VERBEKE, W. Association of overweight and obesity with interest in healthy eating, subjective health and perceived risk of chronic diseases in three European countries. **Appetite**, n.53, p.399-406, 2009.

PINHEIRO, M.V.S.; OLIVEIRA M.N.; PENNA A.L.B.; TAMINE A.Y. The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts – review. **International Journal of Dairy Technology**, v.58, n.4, p.89-93, 2005.

PORTMANN, M.O.; KILCAST, D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry. **Food Chemistry**. v.56, n.3, p. 291-302, 1996.

PRINDIVILLE, E. A.; MARSHALL, R. T., HEYMANN, H. Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 10, 2000.

ROININEN, K.; ARVOL A, A.; L ÄHT E ENMÄ K I, L. Exploring consumers' perceptions of local food through two different qualitative techniques: Laddering and word association .**Food Quality and Preference**, v. 17, p. 20-30, 2006.

ROLAND, A. M.; PHILLIPS, L.G.; BOOR, K.J. Effects of Fat Content on the Sensory Properties, Melting, Color, and Hardness of Ice Cream1. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n.1, p. 32-38, 1998.

ROLAND, A. M.; PHILLIPS, L.G.; BOOR, K.J. Effects of Fat Replacers on the Sensory Properties, Color, Melting, and Hardness of Ice Cream1. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n.10, p. 2094-2110, 1999.

RUGER, P. R.; BAER, R. J.; e KASPERSON, K. M. Effect of Double Homogenization and Whey Protein Concentrate on the Texture of Ice Cream.

Journal of Dairy Science, v.85, n.7, p.1684–1692, 2002.

RUSSELL, A.B., CHENEY, P.E., WANTLING, S.D. Influence of freezing conditions on ice crystallization in ice cream. **Journal of Food Engineering**., vol. 39, n. 2: p. 179-191, 1999.

SALES, R. L.; VOLP, A. C. P.; BARBOSA, K. B. F.; DANTAS, M. I. S.; DUARTE, H. S.; MINIM, V. P. R. Mapa de preferência de sorvetes ricos em fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p. 27-31, 2008.

SANGEETHA, P. T.; RAMESHA, M. N.; PRAPULLA, S. G. Recent trends in the microbial production, analysis and application of Fructooligosaccharides. **Trends in Food Science & Technology**, v.16, p.442–457, 2005.

SAWYER, W. H. Complex between β -lactoglobulin and κ -casein: A review. **Journal of Dairy Science**, v.52, n.9, p.1347-1363, 1969.

SCHALLER-POVOLNY, L. A. e SMITH D. E. Sensory Attributes and Storage Life of Reduced Fat Ice Cream as Related to Inulin Content. **Journal of Food Science**, v.64, n.3, p. 555- 559, 1999.

SHIMIZU, T. Health claims and scientific substantiation of functional foods–Japanese system aiming the global standard. **Current Topics in Nutraceutical Research**, v.1, n.2, p.1–12, 2003.

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

SILVA, K. **Sorvetes com diferentes produtos de soro de leite bovino: avaliações sensoriais, físico-químicas e ultra-estruturais**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, 2004.

SMITHERS, G.W. Whey and whey proteins – From “gutter-to-gold”. **International Dairy Journal**, v.18, p.695-704, 2008.

SOFJAN, R.P.; HARTEL, R.W. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**. v.14, n.3, p.255-262, 2004.

SOUZA, J . C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Sorvete: Composição, Processamento e Viabilidade da Adição de Probiotico. **Alimentos e Nutrição**. V.21, n.1 , p.155-165 ,2010.

SWENNEN, K.; COURTIN, C. M.; DELCOUR, J. A. Non-digestible Oligosaccharides with Prebiotic Properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.46, p.459–47, 2006.

STOGO, M. **Ice cream and frozen desserts: a commercial guide to production and marketing**. John Wiley and Sons Inc. 541p., 1997.

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

TIRUMALESHA, A. e JAYAPRAKASHA, H.M. Effect of admixture of spray dried whey protein concentrate and butter milk powder on physico-chemical and sensory characteristics of ice cream. **Journal of Dairy Science**, v.51, n.1, p.13-19, 1998.

THOMPSON, K. R.; CHAMBERS, D. H.; CHAMBERS E. Sensory characteristics of ice cream produced in the U.S.A and Italy. **Journal of Sensory Studies**, v. 24, p.396–414, 2009.

TUNICK, M. H., Whey Protein Production and Utilization: A Brief History (Chapter 1). In **Whey Processing, Functionality and Health Benefits**, IFT Press e Blackwell publishing, 399p., 2008.

TURNBOW, G.D.; TRACY, P.H. e RAFFETTO, L.A. **The ice cream industry**. John Wilwy And Sons, Inc. 2a ed. 1947.

UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE (USDA), **Economic Research Service: The economics of Food, Farming, Natural Resources and Rural America**. Disponível em: http://www.ers.usda.gov/data/farmtoconsumer/pricespreadsdoc.htm#fr_cream; Acessado em 17/03/2011.

URALA, N., LÄHTEENMÄKI, L. Reasons behind consumers' functional food choices. **Nutrition & Food Science**, v.33, n.1, p. 148–158, 2003.

URALA, N., LÄHTEENMÄKI, L. Attitudes behind consumers' willingness to use functional foods. **Food Quality and Preference**, v.15, n.1, p. 793–803, 2004.

VAN KLEEF, E.; VAN TRIJP, H. C. M.; LUNING, P. Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. **Food Quality and Preference**, v. 16, 281-291, 2005.

VERBEKE, W. Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. **Food Quality and Preference**, v.16, n.1, p. 45–57, 2005.

VULINK, I. N. **The use of whey powders in ice cream manufacture**. Confect. Prod., v.61, p.154–155, 1995.

YADA, R.Y. **Proteins in Food Processing**. New York: CRC Press, 2004.

YILSAY, T. O.; YILMAZ, L.; BAYIZIT, A. A. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream, **Eur. Food Res. Technol.**, v.222, p.171–175, 2006.

YUN, J. W. Fructooligosaccharides-Occurrence, preparation, and application. **Enzyme and Microbial Technology**, v.19, p.107-117, 1996.

WAGNER, W., VALENCIA, J., & ELEJABARRIETA, F. Relevance, discourse and the hot stable core of social representations and structural analysis of word associations. **British Journal of Social Psychology**, 35, p.331–351, 1996.

WALSTRA, P. e JONKMAN, M.. The role of milkfat and protein in ice cream. in Ice Cream. W. Buchheim, ed., International Dairy Federation, Special Issue 9803. **International Dairy Federation**, Brussels, Belgium, p. 17–24 1998.

WIT, J. N. Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.3, p.597–608, 1998.

WONG, D.W.S.; CAMIRANT, W.M.; PAVLATH, A.E. Structures and functionalities of milk proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.8, p.807-844, 1996.

WOOD, J. M. **Sensory Evaluation of Ice Cream Made With Prebiotic Ingredients Substituted For Sugar**. University of Nebraska – Lincoln, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic disease**. Geneva, 2003.

CAPÍTULO 2

PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES E TESTE DE DIFERENTES CONCEITOS DE SORVETES

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de sorvete, houve um aumento de 58,90% no consumo per capita anual de sorvete no Brasil entre 2003 a 2011. No entanto, 70% dos sorvetes produzidos no Brasil são consumidos durante o verão, caracterizando um mercado sazonal, com maior parte do faturamento concentrado num período curto do ano. Além disso, o consumo *per capita* de sorvete no Brasil em 2011 foi de 6,07L/ano, muito inferior a países como Nova Zelândia (26,3 L/ano) e Estados Unidos (22,5 L/ano). Deste modo, os empresários têm buscado soluções para alterar estas condições e aumentar o consumo de sorvete no país (ABIS, 2012).

Uma das soluções seria o enriquecimento nutricional e/ou redução calórica dos produtos mantendo a qualidade sensorial, com o intuito de mudar o paradigma de que sorvete é apenas uma guloseima, e torná-lo um produto mais saudável e nutritivo podendo ser associado à prevenção de doenças e a bons hábitos alimentares.

Esta alternativa provem do fato de que o aumento da preocupação com a saúde e qualidade de vida vem crescendo nos últimos anos, interferindo nas escolhas dos consumidores, cada dia mais exigentes em torno da qualidade nutricional dos produtos adquiridos.

Com isso, o processo de desenvolvimento de produtos deve ser acompanhado de uma avaliação da percepção dos consumidores e avaliação do conceito proposto evitando o fracasso do produto no mercado. De acordo com Cooper (1994), estudos na área de desenvolvimento de novos produtos, mostram que as etapas que precedem a elaboração do produto, como triagem,

estudos de mercado, teste de conceito, avaliação da viabilidade, entre outros, são fatores-chave que separam os perdedores dos vencedores. Uma vez que erros e omissões nessas atividades vitais podem levar a um insucesso do projeto.

Neste contexto, a utilização de pesquisas exploratórias, como a associação de palavras, possui grande aplicação no desenvolvimento e marketing de produtos. Visto que extraem do consumidor seus anseios e perspectivas diante de novas ideias e conceitos permitindo um maior entendimento do impacto de diferentes fatores no comportamento do consumidor. Associado a isso, a avaliação dos conceitos a partir da percepção de saudável e intenção de compra garante um entendimento da disposição do consumidor a adquirir o produto.

Assim, o objetivou-se estudar a percepção dos consumidores em relação a diferentes conceitos de sorvetes por meio da metodologia associação de palavras. Avaliando a relação destas percepções com a preocupação com a saúde, intenção de compra e percepção de saudável, de modo a possibilitar a obtenção de informações úteis para o direcionamento do mercado de sorvete com adição de nutrientes e/ou redução de calorias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Participantes e Coleta de dados

O estudo foi conduzido na Cidade de Viçosa/MG com a participação de duzentos e vinte quatro colaboradores que foram aleatoriamente recrutados em locais públicos, como Campus Universitário da Universidade Federal de Viçosa, praças e estabelecimentos comerciais nos horários de 8h00 as 18h00 a fim de se obter um perfil heterogêneo de consumidores de sorvete. Dentre eles 58,5% eram mulheres e 41,5% eram homens. A faixa de amplitude de idade foi 16 a 68 anos com média de 28,34 anos e desvio padrão de 11,05 anos.

Para a definição do tamanho da amostra utilizou-se um nível de confiança de 95% e uma margem de erro $E=0,065$, considerando uma população infinita onde a proporção de favoráveis (p) e desfavoráveis (q) ao atributo pesquisado eram desconhecidas, sendo, portanto consideradas 0,05 em ambos os casos. Assim, para a população do município analisado, o tamanho da amostra foi definido pela Equação 1 abaixo (MINIM, 2010).

$$n = \frac{Z^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}}{E^2} \quad (1)$$

Em que,

n = Tamanho da amostra;

$Z = 1,96$ (abscissa da normal a um nível de confiança de 95%);

$\hat{p} = 0,5$ (proporção estimada de favoráveis ao atributo pesquisado);

$\hat{q} = 0,5$ (proporção estimada de desfavoráveis ao atributo pesquisado);

$E = 0,065$ (nível de precisão/erro).

Os respondentes foram convidados a participar do estudo cuja etapa de coleta de dados foi dividida em duas sessões subsequentes.

Na primeira sessão, os entrevistados avaliaram sete diferentes conceitos de sorvete: tradicional, *light*, enriquecido com ômega 3, enriquecido com fibras, enriquecido com proteínas bioativas, zero% de açúcar e zero% de gordura.

Sendo cada conceito apresentado juntamente com uma imagem de sorvete idêntica e inerte, em todos os casos, que possuía tamanho 16x11cm (Figura 1). Esta imagem representou o estímulo ambíguo utilizado em estudos exploratórios projetistas, como no caso da Associação de palavras (JR. HAIR et al., 2007).



Figura 1 - Exemplo de imagem de um dos conceitos de sorvete avaliados no estudo

Aos participantes foi solicitado que avaliassem as sete imagens, uma de cada vez, e escrevessem em uma ficha (Figura 2) as quatro primeiras imagens, associações, pensamentos ou sentimentos que viessem à mente ao se visualizar a imagem de sorvete com a devida informação.

ASSOCIAÇÃO DE PALAVRA Por favor, escreva as <u>4 primeiras imagens, pensamentos, associações ou sentimentos</u> que vêm a sua mente ao se visualizar a seguinte imagem com a devida informação: Código: _____ 1: _____ 2: _____ 3: _____ 4: _____
--

Figura 2 – Modelo de ficha utilizada na metodologia associação de palavras

As sete imagens foram codificadas com números de 3 dígitos e apresentadas aos participantes de forma aleatorizada conforme delineamento proposto por Macfie et al. (1989) (ANEXO A). Utilizando-se este delineamento, cada imagem apareceu em cada posição o mesmo número de vezes, além de

ser precedida o mesmo número de vezes pelas outras amostras. Esse delineamento garante a eliminação do efeito da ordem de apresentação e o efeito residual caracterizado pela influência de uma amostra na avaliação da subsequente.

Na segunda sessão, os participantes foram convidados a preencher um questionário (Anexo B) constituído de 3 partes. A primeira parte de perguntas eram relacionadas a fatores sócio-demográficos. A segunda parte era referente ao questionário HCS (Health Consciousness Scale), desenvolvido por Oude Ophuis em 1989 para avaliar o quanto as pessoas estão preparadas e dispostas a fazer algo pela sua saúde. O instrumento é composto de 11 itens sendo sete relacionados com a preocupação em relação à saúde e quatro referentes a não preocupação (Tabela 1). Tal questionário foi traduzido e validado por Dantas, Minim e Deliza (2003), possibilitando sua utilização por consumidores que falem a língua portuguesa. A escala utilizada foi uma escala não estruturada de nove pontos ancorada em “Discordo completamente” à esquerda e “Concordo completamente” à direita.

Tabela 1 - Questionário HCS (Health Consciousness Scale)

Questão	
1.	Tenho a impressão que me sacrifico muito pela minha saúde
2.	Eu me considero muito consciente em relação à saúde.
3.	Estou preparado (a) para viver muito. Comer o mais saudável possível.
4.	Acho que eu levo muito em consideração a saúde em minha vida.
5.	Acho importante saber como comer de forma saudável.
6.	Minha saúde é tão importante para mim, que estou preparado (a) para sacrificar muitas coisas por ela.
7.	Tenho a impressão que as outras pessoas dão mais atenção à saúde delas.
8.	Não me pergunto frequentemente se algo é bom para mim, ou não.
9.	Na verdade, não penso com freqüência se tudo o que faço é saudável.
10.	Não quero me perguntar a todo o momento, se as coisas que como são boas para mim ou não.
11.	Eu me concentro em minha saúde com freqüência.

Na terceira parte do questionário, os sete conceitos foram novamente apresentados aos entrevistados, sendo avaliados em relação à percepção de saudável e a intenção de compra. Para isso foi utilizado uma escala não

estruturada de nove pontos ancorada em “Pouco Saudável” à esquerda e “Muito Saudável” à direita, e outra ancorada em “Definitivamente não compraria” à esquerda e “Definitivamente compraria” à direita. A ordem de apresentação dos conceitos também seguiu o delineamento proposto Macfie et al. (1989).

2.2. Análise dos resultados

2.2.1. Associação de palavras

Os resultados da associação de palavras foram avaliados de forma qualitativa conforme Ares, Giménez e Gámbaro (2008). Uma busca por termos recorrentes dentro de cada conceito de sorvete foi realizada. Os termos com significados similares foram agrupados em uma mesma categoria. Essa classificação foi realizada por três pesquisadores que após avaliação individual se reuniram para verificar a concordância em relação as categorias formadas, sendo consideradas somente as que fossem mencionadas por mais de 10% dos participantes. Essa contagem foi realizada considerando o número de participantes que utilizaram aquela categoria para descrever o conceito. Desse modo, com o consenso dos três pesquisadores, 22 categorias foram formadas para associação dos conceitos. Um teste de qui-quadrado (X^2) foi realizado para avaliar as diferentes percepções dos participantes em relação aos sete conceitos para sorvetes.

A estatística do qui-quadrado é utilizada para testar a significância estatística entre as distribuições de frequência de dois ou mais grupos comparando as frequências observadas (reais) das respostas com as frequências esperadas. Estas são calculadas utilizando-se as porcentagens totais da amostra e o tamanho da amostra. Contudo, o uso adequado do qui-quadrado requer que cada frequência de célula esperada tenha um tamanho da amostra de pelo menos 5 (HAIR et al., 2007).

2.2.2. Questionário de Atitude em Relação à Saúde

Análise hierárquica de agrupamento foi aplicada nos resultados obtidos a partir do questionário de atitude, para identificar grupos de consumidores com diferentes atitudes em relação à preocupação com a saúde.

Como instrumento de medida de similaridade entre os grupos foi utilizada a distância Euclidiana entre cada par de observações e como procedimento para agrupar objetos semelhantes foi utilizado o método hierárquico aglomerativo de Ward.

Análise de variância (ANOVA) foi realizada para verificar se existiam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as respostas dos grupos formados na análise de Cluster. Quando necessário, o teste de Tukey foi utilizado sendo consideradas diferenças significativas a 5% de significância.

2.2.3. Intenção de Compra e Percepção de Saudável

Para a avaliação da intenção de compra e percepção de saudável para os diferentes conceitos de sorvetes, os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) tendo como fontes de variação os conceitos, os grupos formados na análise de agrupamento, e alguns fatores sócio-demográficos dos respondentes. Quando necessário, o teste de Tukey foi utilizado sendo consideradas diferenças significativas a 5% de significância.

Todos os procedimentos operacionais de análise foram realizados com o auxílio do software SPSS 15.0®, em versão licenciada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Associação de Palavras

A partir da junção de sinônimos ou termos relacionados cuja frequência de citação foi superior a 10%, vinte duas categoria foram formadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Categorias Formadas na Associação de Palavras

Categoria	Exemplos
1. Aparência Agradável	Cremoso, Cremosidade, Aparência Agradável, Textura Agradável.
2. Boa Forma	Beleza, Bem Estar, Boa Forma, Não engorda, Perda de Peso.
3. Bom para o coração	Coração, Bom para o coração, Evita Doenças Coronárias.
4. Calórico	Calórico, Calorias, Engorda, Gorduroso.
5. Cereais	Cereais, Linhaça, Sementes, Grãos.
6. Comum	Comum, Convencional, Normal, Tradicional, Usual.
7. Doce	Doce, Açúcar.
8. Edulcorantes	Edulcorantes, Adoçantes.
9. Leve	Leve, Leveza.
10. <i>Light</i>	<i>Light</i> .
11. Melhoria do Trato digestivo	Bom para o intestino, Intestino, Flora Intestinal, Boa digestão.
12. Menos Açúcar	Menos Açúcar, Pouco Açúcar, Sem Açúcar.
13. Menos Gordura	Menos Gordura, Reduz Gordura, Sem Gordura, Pouca Gordura.
14. Novidade	Novidades, Inovador, Diferente, Não conheço.
15. Peixe	Peixe, Sabor de Peixe, Cheiro de Peixe.
16. Perda de Qualidade Sensorial	Menos Saboroso, Gosto Amargo, Sabor Estranho, Textura Ruim.
17. Prazer	Gostoso, Saboroso, Delicioso, Prazeroso, Bom.
18. Preço Alto	Preço Alto, Caro, Alto Custo.
19. Refrescante	Refrescante, Refrescância, Frescor, Gelado, Frio.
20. Restrição Alimentar	Dieta, Regime, Menos Calórico, Diet, Diabetes.
21. Saudável	Saudável, Saúde, Nutrientes, Nutritivo.
22. Verão	Verão, Calor, Férias, Clima quente.

As frequências em que cada categoria foi mencionada para cada conceito estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Das 22 categorias formadas, 16 foram estatisticamente avaliadas pelo qui-quadrado, por atenderem aos requisitos para realização do teste (Tabela 3). Visto que o uso adequado do qui-quadrado requer que cada frequência esperada tenha um tamanho de amostra de pelo menos 5.

De acordo com o teste, as associações (dezesesseis categorias) realizadas pelos participantes foram significativamente diferentes ($X^2 = 3173,63$, $p < 0,001$) para os sete conceitos de sorvete (Tabela 3).

Tabela 3 - Categorias consideradas na realização da estatística qui-quadrado

Categoria	Tradicional	Light	Zero Gordura	Zero Açúcar	Enriquecido com Fibras	Enriquecido com Proteínas Bioativas	Enriquecido com Ômega 3
Aparência Agradável	107	43	37	31	37	55	39
Boa Forma	1	81	100	64	36	21	11
Calórico	80	0	4	1	4	1	10
Doce	42	5	6	8	7	9	5
Leve	1	26	13	9	4	4	2
Light	0	7	31	13	0	0	1
Melhoria do Trato digestivo	0	0	0	0	115	31	0
Novidade	0	0	4	0	0	49	19
Perda de Qualidade Sensorial	5	103	154	157	71	28	43
Peixe	0	0	0	0	0	0	50
Prazer	225	51	49	55	74	65	74
Preço Alto	2	20	14	9	19	35	34
Refrescante	53	28	19	12	30	25	28
Restrição Alimentar	0	88	96	153	23	8	20
Saudável	19	71	125	133	163	205	173
Verão	34	9	16	12	11	12	14

Devido ao não atendimento ao requisito para realização do teste qui-quadrado, não foi possível realizar nenhum teste estatístico para avaliar os conceitos em relação as 6 categorias apresentadas na Tabela 4. Mesmo assim, nota-se que as associações realizadas para os sete conceitos também discrepam muito em relação a estas categorias.

Tabela 4 - Categorias não consideradas na realização da estatística qui-quadrado

Categorias	Tradicional	Light	Zero Gordura	Zero Açúcar	Enriquecido com Fibras	Enriquecido com Proteínas Bioativas	Enriquecido com Ômega 3
Bom para o coração	1	2	4	1	0	0	25
Cereais	0	0	0	1	31	0	4
Comum	30	0	0	0	0	1	0
Edulcorantes	0	4	1	22	0	0	0
Menos Açúcar	1	23	1	5	0	2	0
Menos Gordura	0	29	2	0	3	1	1

Logo, a partir dos resultados, pode-se afirmar que houve associação diferenciada para os sete conceitos em relação a todas as categorias formadas. Deste modo, a partir da associação de palavras pode-se caracterizar cada conceito de acordo com as associações realizadas.

O conceito Tradicional foi associado principalmente à aparência agradável, gosto doce, prazer, refrescante, verão, calórico e comum. Essas associações indicam um caráter sazonal de consumo de sorvetes tradicionais, os quais possuem uma alta aceitação entre os consumidores, mas são associados a um elevado aporte calórico. Em relação ao consumo sazonal, dados da associação brasileira de Indústrias de sorvete (ABIS, 2012) corroboram os resultados obtidos neste estudo, uma vez que 70 % do sorvete produzido anualmente são consumidos no verão.

O conceito *Light* foi associado à perda de qualidade sensorial, boa forma, leveza, redução de açúcar, redução de gordura e restrição alimentar. Já as associações realizadas para o conceito Zero Gordura foram perda de qualidade sensorial, boa forma, *light* e restrição alimentar. E para o conceito

Zero Açúcar foram perda de qualidade sensorial, boa forma, edulcorantes e restrição alimentar. Nestes casos, os 3 conceitos se relacionam à perda da qualidade sensorial destes produtos, seja pela utilização de substituintes de gordura que podem comprometer a textura do alimento ou a utilização de edulcorantes que estão relacionados a defeitos no sabor. Além disso, tais conceitos estão relacionadas à grupos especiais de consumidores, como obesos e diabéticos. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo realizado por Ares, Giménez e Gambarro (2008), em que os consumidores também associaram os iogurtes com teor reduzido de gordura e calorias a termos relacionados a defeitos sensoriais de sabor e textura.

O conceito Enriquecido com Fibras foi associado principalmente à saudável, cereais e melhoria do trato digestivo. Enquanto o conceito enriquecido com proteínas bioativas à saudável, preço alto e novidade. E o conceito enriquecido com ômega 3 à saudável, bom para o coração, peixe e preço alto. Nota-se que o enriquecimento nutricional, em ambos os casos, torna a percepção dos produtos mais saudáveis. Isso seria um importante motivador para o consumo de tais produtos, potencializado pelos benefícios específicos relacionados a cada nutriente adicionado. Contudo, o preço alto poderia ser uma restrição ao consumo destes alimentos por uma parcela da população.

Ares, Giménez e Gambarro (2008) em sua pesquisa observaram que os iogurtes enriquecidos com Fibras e antioxidantes foram associados a efeitos positivos à saúde e à prevenção de doenças.

Assim, a associação de palavras fornece uma interpretação da percepção dos consumidores em relação aos conceitos avaliados, tornando tais resultados úteis no desenvolvimento e marketing de produtos.

3.2. Atitude em Relação à Saúde

A escolha do número de grupos formados pela análise de agrupamento (cluster) foi realizada de forma arbitrária, em que se avaliou a redução do erro referente à escolha de 2, 3 e 4 grupos e a significância estatística das diferenças observadas entre os conglomerados. Primeiramente

avaliou-se a redução do erro associado à escolha do número de grupos, sendo observado a redução do erro, relativamente pequena, quando escolhemos 4 ao invés de 3 ou 3 ao invés de 2 conglomerados. Desse modo, a escolha de 3 conglomerados foi baseada na formação de grupos com números semelhantes de componentes e com diferenças significativas ($p < 0,05$) em todas as respostas do questionário de preocupação com a saúde, caracterizando claramente os grupos.

Assim definiu-se 3 grupos. O primeiro composto de 70 participantes, o segundo por 69 participantes e o terceiro por 85 participantes. Diferenças significativas ($p < 0,001$) entre as avaliações dos grupos foram encontradas em todas as 11 questões do questionário de atitude (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias de cada grupo identificado para cada questão do questionário de atitude em relação à saúde

Questões	Média dos Escores		
	Cluster1 (n=70)	Cluster2 (n=69)	Cluster3 (n=85)
1. Tenho a impressão que me sacrifico muito pela minha saúde	1,8 ^a	2,7 ^b	3,9 ^c
2. Eu me considero muito consciente em relação à saúde.	3,7 ^a	6,1 ^b	7,1 ^c
3. Estou preparado (a) para viver muito. Comer o mais saudável possível.	3,1 ^a	4,1 ^b	6,7 ^c
4. Acho que eu levo muito em consideração a saúde em minha vida.	3,7 ^a	5,2 ^b	7,1 ^c
5. Acho importante saber como comer de forma saudável.	6,5 ^a	7,0 ^a	8,1 ^b
6. Minha saúde é tão importante para mim, que estou preparado (a) para sacrificar muitas coisas por ela.	3,6 ^a	4,0 ^a	6,6 ^b
7. Tenho a impressão que as outras pessoas dão mais atenção à saúde delas.	6,5 ^b	4,4 ^a	4,6 ^a
8. Não me pergunto frequentemente se algo é bom para mim, ou não.	6,8 ^b	3,6 ^a	2,7 ^a
9. Na verdade, não penso com frequência se tudo o que faço é saudável.	7,4 ^b	3,6 ^a	3,5 ^a
10. Não quero me perguntar a todo o momento, se as coisas que como são boas para mim ou não.	7,1 ^b	4,9 ^a	4,2 ^a
11. Eu me concentro em minha saúde com frequência.	2,9 ^a	4,3 ^b	7,0 ^c

Médias seguidas por uma mesma letra nas linhas não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

O grupo 1 possuiu as menores médias para as questões 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 11. Este resultado indica que estes respondentes possuem uma menor preocupação em relação à saúde, uma vez que essas são questões relativas à consideração com a saúde e consciência em relação à necessidade de hábitos de vida saudáveis. Além disso, estes indivíduos possuem as maiores médias para as questões 7, 8, 9 e 10 que se referem a uma atitude omissa a respeito de alimentação e comportamento saudável.

O grupo 3 possui as maiores médias para as questões 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 11 e menores médias para as questões 7, 8, 9 e 10 indicando um comportamento significativamente oposto ($p < 0,05$) ao grupo 1, ou seja os respondentes que constituem este grupo são mais conscientes, preocupados e comprometidos em relação a saúde e a hábitos de vida saudáveis.

Já o grupo 2 apresenta uma posição ora intermediária ($p < 0,05$) aos outros grupos (Questões 1,2,3,4 e 11), ora semelhante ($p > 0,05$) ao grupo 1 (Questões 5 e 6) e, ora semelhante ($p > 0,05$) ao grupo 3 (Questões 7, 8, 9 e 10). Isto indica que este grupo possui certa preocupação em relação à saúde, mas não apresenta elevado comprometimento em relação à hábitos de vida saudáveis.

Em relação à idade, o grupo 3 apresentou uma média de idade de 30,79 anos significativamente ($p < 0,05$) superior aos grupos 1 e 2 que foram 27,27 anos e 26,42 anos, respectivamente. Este resultado esta em concordância com resultados obtidos por Ares e Gámbaro (2008), Chambers et al. (2008), Hearty et al. (2007), Kearney et al. (2000) e van den Bree et al. (2006) que sugerem que pessoas mais velhas são mais dispostas a fazer esforços para adquirir uma dieta saudável, devido à maior preocupação com aspectos de saúde e nutrição.

Em relação ao sexo, o grupo 3 era constituído de 36,5 % pessoas do sexo masculino e 63,5% de pessoas do sexo feminino, o grupo 2 de 37,7% de pessoas do sexo masculino e 62,3% do sexo feminino, enquanto que o grupo 1 era constituído de 51,4% de pessoas do sexo masculino e 48,6% do sexo feminino. Como no presente estudo, Ares, Giménez e Gámbaro (2008), Hearty et al. (2007) e Kearney et al. (2000), além de observarem a influência da idade, também evidenciaram que mulheres apresentam um maior preocupação com a saúde, refletindo em uma percepção diferenciada dos alimentos em função do sexo (ARES e GÁMBARO, 2007).

3.3. Intenção de Compra e Percepção de Saudável

Os resultados em relação aos grupos formados na análise de agrupamento para intenção de compra e percepção de saudável estão mostrados na Tabela 6. Nota-se que em relação à percepção de quão saudáveis eram os conceitos dos sorvetes houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas em relação ao conceito Enriquecido com Ômega 3. Neste caso o grupo 3 apresentou médias significativamente maior que o grupo 1.

Tabela 6 – Médias para percepção de saudável dos conceitos pelos grupos formados na análise de Cluster

Conceito	Percepção de Saudável		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Tradicional	3,7 ^{a A}	3,3 ^{a A}	3,3 ^{a A}
<i>Light</i>	6,1 ^{a B}	6,0 ^{a B}	6,5 ^{a B}
Zero Açúcar	6,5 ^{a BC}	6,5 ^{a BC}	6,7 ^{a BC}
Zero Gordura	6,7 ^{a BC}	6,9 ^{a BC}	7,2 ^{a BC}
Enriquecido com Fibras	7,3 ^{a C}	7,1 ^{a C}	7,3 ^{a BC}
Enriquecido com Proteínas Bioativas	7,0 ^{a BC}	6,6 ^{a BC}	6,8 ^{a BC}
Enriquecido com Ômega3	6,7 ^{a BC}	7,0 ^{ab C}	7,5 ^{b C}

Médias seguidas por uma mesma letra nas linhas (minúsculos) ou colunas (maiúsculas) não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

Na avaliação da intenção de compra (Tabela 7), o grupo 3 apresentou médias significativamente ($p < 0,05$) maiores que os do grupo 1 para os conceitos *Light*, Zero Gordura, Enriquecido com Fibras e Enriquecido com Ômega 3. Isto evidencia a influência da consciência em relação à saúde na intenção de compra do consumidor.

Tabela 7 – Médias para Intenção de Compra dos conceitos pelos grupos formados na análise de Cluster

Conceito	Intenção de Compra		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Tradicional	7,2 ^{a D}	7,1 ^{a D}	7,0 ^{a B}
<i>Light</i>	3,7 ^{a A}	4,6 ^{ab AB}	5,4 ^{b A}
Zero Açúcar	4,2 ^{ab AB}	3,7 ^{a A}	5,2 ^{b A}
Zero Gordura	4,3 ^{a AB}	4,9 ^{ab ABC}	5,7 ^{b A}
Enriquecido com Fibras	5,9 ^{a CD}	5,8 ^{a C}	7,0 ^{b B}
Enriquecido com Proteínas Bioativas	5,3 ^{a BC}	5,8 ^{a BC}	6,1 ^{a AB}
Enriquecido com Ômega3	5,0 ^{a ABC}	5,8 ^{ab C}	6,3 ^{b AB}

Médias seguidas por uma mesma letra nas linhas (minúsculos) ou colunas (maiúsculas) não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey

O grupo 3 avaliou os conceitos Tradicional, Enriquecido com Fibras, Enriquecido com Proteínas Bioativas e Enriquecido com Ômega 3 como os de maior intenção de compra. Tal resultado mostra que estes indivíduos consideram tais agregações de valores suficientes para tornar os três últimos conceitos supracitados tão atrativos ao consumo quanto o sorvete tradicional. Em relação ao grupo 1 apenas a intenção de compra do sorvete Enriquecido com Fibras não diferiu significativamente do sorvete tradicional os quais foram os maiores escores. Em contrapartida para grupo 2 a intenção de compra do sorvete tradicional foi a maior e diferiu significativamente de todos os outros conceitos.

Esses resultados mostram, que a adição de fibras ao sorvete pode torná-lo tão atrativo ao consumo quanto o sorvete tradicional independente do interesse do consumidor em relação à saúde (Grupo 1 e Grupo 3), evidenciando um possível nicho de mercado.

As percepções de quão saudável eram os conceitos não diferiram entre

as idades dos respondentes (Tabela 8). No entanto, houve diferença significativa dentre os sexos para alguns conceitos (Tabela 9). Os respondentes do sexo masculino avaliaram o sorvete tradicional como mais saudável que os do sexo feminino. Em contrapartida, os respondentes do sexo feminino perceberam como mais saudáveis os sorvetes Enriquecidos com Fibras e Enriquecido com Ômega 3.

Tabela 8 – Médias da Intenção de compra e percepção de saudável dos conceitos em relação a idade dos respondentes

Conceito	Idade		
	16-25 anos	26-35 anos	Acima de 35 anos
<i>Percepção de Saudável</i>			
Tradicional	3,3 ^{a A}	3,3 ^{a A}	3,9 ^{a A}
<i>Light</i>	6,3 ^{a B}	6,0 ^{a B}	6,6 ^{a B}
Zero Açúcar	6,6 ^{a BC}	6,2 ^{a BC}	7,0 ^{a B}
Zero Gordura	6,8 ^{a BCD}	7,1 ^{a D}	7,1 ^{a B}
Enriquecido com Fibras	7,3 ^{a D}	7,2 ^{a D}	7,2 ^{a B}
Enriquecido com Proteínas Bioativas	7,0 ^{a CD}	6,6 ^{a CD}	6,6 ^{a B}
Enriquecido com Ômega 3	7,0 ^{a CD}	7,2 ^{a D}	7,0 ^{Ab}
<i>Intenção de Compra</i>			
Tradicional	7,2 ^{a D}	7,2 ^{a D}	6,7 ^{a A}
<i>Light</i>	4,1 ^{a A}	4,6 ^{a AB}	6,3 ^{b A}
Zero Açúcar	4,1 ^{a A}	4,2 ^{a A}	6,1 ^{b A}
Zero Gordura	4,6 ^{a AB}	4,9 ^{a AB}	6,5 ^{b A}
Enriquecido com Fibras	6,1 ^{a C}	6,3 ^{a CD}	7,0 ^{a A}
Enriquecido com Proteínas Bioativas	5,5 ^{a BC}	6,0 ^{a BC}	6,2 ^{a A}
Enriquecido com Ômega3	5,5 ^{a BC}	5,9 ^{a BC}	6,2 ^{a A}

Médias seguidas por uma mesma letra nas linhas (minúsculos) ou colunas (maiúsculas) não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey para a percepção de saudável e intenção de compra.

Tabela 9 – Média da Intenção de compra e percepção de saudável dos conceitos em relação ao sexo dos respondentes

Conceito	Sexo	
	Masculino	Feminino
<i>Percepção de Saudável</i>		
Tradicional	3,9 ^{b A}	3,09 ^{a A}
<i>Light</i>	6,0 ^{a B}	6,4 ^{a B}
Zero Açúcar	6,4 ^{a B}	6,6 ^{a BC}
Zero Gordura	6,7 ^{a B}	7,1 ^{a CD}
Enriquecido com Fibras	6,8 ^{a B}	7,6 ^{b D}
Enriquecido com Proteínas Bioativas	6,6 ^{a B}	6,9 ^{a BCD}
Enriquecido com Ômega 3	6,7 ^{a B}	7,3 ^{b CD}
<i>Intenção de Compra</i>		
Tradicional	7,2 ^{a D}	7,1 ^{a D}
<i>Light</i>	3,9 ^{a A}	5,1 ^{b A}
Zero Açúcar	4,2 ^{a AB}	4,6 ^{a A}
Zero Gordura	4,5 ^{a ABC}	5,4 ^{b AB}
Enriquecido com Fibras	5,5 ^{a C}	6,8 ^{b CD}
Enriquecido com Proteínas Bioativas	5,3 ^{a BC}	6,1 ^{b BC}
Enriquecido com Ômega3	5,3 ^{a BC}	6,0 ^{b BC}

Médias seguidas por uma mesma letra nas linhas (minúsculos) ou colunas (maiúsculas) não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey para a percepção de saudável e intenção de compra.

Os respondentes com idades entre 16-25 anos avaliaram o tradicional como maior intenção de compra. Os com idade entre 26-35 consideraram o tradicional e o Enriquecido com Fibras como maiores escores para intenção de

compra. Já os com idades superiores a 35 anos não diferiram nenhum dos conceitos quanto à intenção de compra.

Quando se compara a diferença entre a intenção de compra dos diferentes sorvetes em função da faixa etária, temos uma maior intenção de compra por parte dos respondentes com idade superior a 35 anos para os conceitos *Light*, Zero Açúcar e Zero Gordura. Relacionando com os dados obtidos na associação de palavras, tais conceitos foram associados à restrição alimentar, imposta muitas vezes a pessoas de idade mais avançada, justificando, deste modo, o maior interesse desta faixa etária para tais conceitos

Ao analisar o sexo dos respondentes (Tabela 9) quanto a intenção de compra, observou-se maiores escores por parte do sexo feminino para os conceitos *Light*, Zero Gordura, Enriquecido com Fibras, Enriquecido com Proteínas Bioativas e Enriquecido com Ômega 3 em relação ao sexo masculino. Além disso, para o sexo masculino o sorvete tradicional possui a maior intenção de compra, enquanto para o sexo feminino os maiores escores foram para Fibras e Tradicional. Isto evidencia que pessoas do sexo feminino julgam importante o consumo de alimentos saudáveis considerando isso uma característica mais importante na escolha de alimentos do que os homens, assim como sugerido por Hearty et al. (2007) e Kearney et al. (1999).

Estes resultados também enfatizam o interesse por sorvetes enriquecidos com fibras por parte das mulheres e de pessoas com idades superiores a 25 anos, evidenciando, mais uma vez a influência de idade e sexo na intenção de compras de alimentos e o interesse, por parte desta parcela da população, de uma maior comercialização deste tipo de produto no mercado.

4. CONCLUSÕES

A associação de palavras se mostrou uma metodologia eficiente na interpretação da percepção dos consumidores em relação à produção de sorvetes com teores reduzidos de açúcar ou gordura e com adição de nutrientes em comparação ao sorvete tradicional, indicando suas expectativas, anseios e necessidades.

O consumo de alimentos Zero ou *light* foram altamente associados a produtos de baixa qualidade sensorial resultando em uma reduzida intenção de compra por parte dos entrevistados. Deste modo, o desenvolvimento deste tipo de produto requer uma avaliação sensorial minuciosa, visto que a intenção de compra do consumidor está altamente relacionada às características sensoriais do produto.

A adição de nutrientes aparece como uma boa alternativa para a diminuição do consumo sazonal do sorvete, tornando-o um alimento mais saudável e menos associado ao verão. Sobretudo, quando adicionado de fibras, uma vez que a intenção de compra deste tipo de produto foi semelhante ao sorvete tradicional para uma grande parcela dos entrevistados.

Além disso, idade e sexo estão diretamente relacionados ao comprometimento e preocupação em relação à saúde dos consumidores, influenciando em sua percepção e intenção de compra por determinados produtos.

Sendo assim, a compreensão das expectativas dos consumidores e dos fatores que influenciam sua escolha faz-se necessária para o desenvolvimento e marketing de produtos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Indústrias de Sorvete (ABIS). **Estatística do consumo de sorvete no Brasil**. Disponível em: http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html; Acessado em: 27/02/2012.

ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Understanding consumers' perceptions of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 636-643, 2008.

ARES, G.; GÁMBARO, A. Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods. **Appetite**, v.49, n.1, p. 148–158, 2007.

CHAMBERS, S.; LOBB, A.; BUTLER, L. T.; TRAILL, W. B. The influence of age and gender on food choice: a focus group exploration. **International Journal of Consumer Studies**, v. 32, n. 4, p. 356-365, 2008.

COOPER, R. G. "New Products: The Factors that Drive Success". **International Marketing Review**, Vol. 11 n. 1, p.60 – 76, 1994.

DANTAS, M.I.S.; MINIM,V.P.R.; DELIZA, R. Tradução e validação para a língua portuguesa do questionário Health Consciousness utilizado em estudos de consumidor. **Boletim sbCTA**. Campinas, v. 37, n. 2, p.103-105, 2003.

HEARTY, A. P.; MCCARTHY, S. N.; KEARNEY, J. M.; GIBNEY, M. J. Relationship between attitudes toward healthy eating and dietary behaviour, lifestyle and demographic factors in a representative sample of Irish adults. **Appetite**, v.48, p. 1-11, 2007.

HAIR, J. F.; MONEY, A.; BABIN, B., SAMOUEL P. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa Em Administração**. Bookman, p. 75-104, 2007. 472 p.

KEARNEY, M.; KEARNEY, J. M.; DUNNE, A.; GIBNEY, M. J. Sociodemographic determinants of perceived influences on food choice in a nationally representative sample of Irish adults. **Public Health Nutrition**, v.3, p. 219-226, 1999.

MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over

effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, p.129-148. 1989.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial – Estudo com Consumidores**. Viçosa, M. Editora da Universidade Federal de Viçosa, p.236, 2010. 308 p.

VAN DEN BREE, M. B. M.; PRZYBECK, T. R.; CLONINGER, C. R. Diet and personality: Associations in a population-based sample. **Appetite**, v.46, p. 177-188, 2006.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL DE SORVETES FONTE DE FIBRAS E COM DIFERENTES TEORES DE GORDURA E CPS80

1. INTRODUÇÃO

O sorvete é considerado um sistema coloidal complexo, pois é normalmente formado por quatro compostos estruturais: bolhas de ar, gordura e cristais de gelo, dispersos em uma matriz constituída de uma solução de açúcares, proteínas, estabilizantes, emulsificantes, corantes e essências (CLARKE, 2004). Assim, devido a sua complexidade, o sorvete tem sido objeto de estudos de diversos pesquisadores que buscam elucidar a influência da utilização de diversos ingredientes e da microestrutura formada ao final do processamento, nas características físico-químicas, estruturais e sensoriais do produto para a produção de sorvetes com boa qualidade sensorial e com melhor aporte nutricional, que atendam às expectativas do consumidor.

As informações resultantes do estudo da percepção dos consumidores em relação aos diversos conceitos de sorvete do capítulo anterior indicaram que a adição de fibras é uma interessante opção para a diminuição do consumo sazonal, pois torna o produto mais saudável e nutritivo podendo seu consumo ser associado à prevenção de doenças e a bons hábitos alimentares.

Os frutoligossacarídeos (FOS) por serem fibras solúveis apresentam um elevado potencial de utilização para o desenvolvimento de sorvetes fonte fibras, uma vez que possuem propriedades tecnológicas como ausência de cor e de odor, estabilidade em pH neutro e em temperaturas superiores a 140 °C (HAULY e MOSCATTO, 2002; PASSOS e PARK, 2003) não comprometendo as características do produto. Além disso, são considerados açúcares de baixa cariogenicidade e, sobretudo, os FOS podem também exercer efeitos benéficos na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (RODRÍGUEZ et al., 2003).

Os resultados da análise de percepção dos consumidores também indicaram que o desenvolvimento de sorvetes com teor reduzido de gordura, surge como uma interessante alternativa para a produção de sorvetes mais saudáveis. Contudo, é necessária uma avaliação sensorial minuciosa destes tipos de produtos, buscando a utilização de ingredientes que tornem o produto o mais próximo ao tradicional.

Uma alternativa para a manutenção das propriedades sensoriais de produtos com o teor reduzido de gordura é a utilização de concentrado protéico de soro de leite (CPS) em substituição da gordura, tornando-os mais atrativos para o consumidor. O CPS tem sido considerado um substituto de gordura interessante devido às suas propriedades funcionais e tecnológicas, bem como o seu aporte nutricional uma vez que contém concentrações elevadas de proteínas bioativas (VIDIGAL et al., 2012; SMITHERS, 2008). Essas proteínas do soro possuem como propriedades tecnológicas seu poder de solubilidade, formação de espuma, emulsificação, gelatinização e capacidade de reter água (WONG, CAMIRANT e PAVLATH, 1996; HALL e IGLESIAS, 1997, TUNICK, 2008).

No desenvolvimento de produtos, a qualidade e aceitação estão diretamente relacionadas com a sua aparência, aroma, sabor e textura. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é eficaz na determinação dos atributos sensoriais que são mais influenciados na redução de gordura em sorvetes (ROLAND et al., 1999). Além disso, o sucesso de um produto do mercado depende de sua aceitação junto ao consumidor, sendo impreterível a realização de testes afetivos.

Com base no exposto, o desenvolvimento de sorvete *light* contendo fibra alimentar alcançaria a um nicho importante do mercado, atendendo às necessidades dos consumidores que buscam mais saúde e qualidade de vida. Deste modo, objetivou-se avaliar o efeito da substituição de gordura por concentrado protéico de soro (CPS 80) e adição de fibras nas características físico-químicas, reológicas e sensoriais de sorvete.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Planejamento experimental

O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 2 repetições. Cinco formulações de sorvete foram desenvolvidas contendo diferentes concentrações de CPS 80 e gordura láctea (Tabela 1). Além disso, foram adicionados 3,3% (m/v) de frutooligossacarídeos (FOS) para que o sorvete fosse considerado fonte de fibra, conforme previsto na Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2004).

A formulação ST foi correspondente ao sorvete de creme tradicional (10% de gordura) sabor baunilha fonte de fibras. As formulações SL25, SL50, SL75, SL99 possuíam redução de 25%, 50%, 75% e 99% de gordura, respectivamente, sendo caracterizados como produtos *lights* segundo Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. A substituição total de gordura na formulação SL99 não foi possível, visto que o CPS80 utilizado como substituinte da gordura possuía um teor de 0,6% de gordura.

Tabela 1 - Teores de Concentrado Protéico (CPS 80), Gordura Láctea e Frutooligossacarídeos (FOS) das Formulações de Sorvete.

Formulação	CPS80 (%)	Gordura Láctea (%)	FOS (%)
ST	0	10	3,3
SL25	2,5	7,5	3,3
SL50	5,0	5,0	3,3
SL75	7,5	2,5	3,3
SL99	10	0,6	3,3

2.2. Formulação dos sorvetes

Foram utilizados os seguintes ingredientes: Açúcar cristal Caeté[®], xarope de glicose Corn Products[®], creme de leite Nestlé[®], leite em pó desnatado Itambé[®], FOS Corn Products[®], concentrado protéico de soro de leite (CPS 80) Nutryclin[®], estabilizante/emulsificante Duas Rodas[®] e essência de baunilha Dr. OETKER[®].

Com base nos teores de sólidos totais e gordura dos ingredientes foi realizado um balanço de massa para a determinação da quantidade de ingredientes necessários para elaboração das formulações de sorvete (Tabela 2) de forma a produzir formulações cujas fontes de variações sejam apenas o teor de gordura e CPS80. Assim, de acordo com os cálculos, todas as amostras foram balanceadas para possuírem 13% de sólidos não gordurosos do leite (SNGL) e 39% de sólidos totais, sendo que tais teores foram determinados a partir de testes preliminares.

Tabela 2 – Porcentagem dos Ingredientes utilizados na produção dos sorvetes

Ingredientes	ST	SL25	SL50	SL75	SL99
Creme de Leite (%)	40,00	29,40	18,75	8,20	0
Água Filtrada (%)	31,25	38,68	46,15	53,53	58,72
Leite em Pó (%)	11,20	11,86	12,54	13,21	13,73
Açúcar (%)	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
Xarope de Glicose (%)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
FOS (%)	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Emulsificante/Estabilizante (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Concentrado Protéico de Soro (CPS80) (%)	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Essência de Baunilha (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80.

2.3. Processamento das formulações de sorvete

As condições de processamento e equipamentos foram fixadas e determinadas a partir de testes preliminares. Os processamentos foram feitos em sistemas tipo batelada. A temperatura ambiente permaneceu controlada em 25 °C e as condições de aquecimento, agitação, mistura, resfriamento, aeração e congelamento foram sistematicamente mantidas no decorrer de todo o processamento.

As etapas do processamento estão esquematizadas na Figura 1.

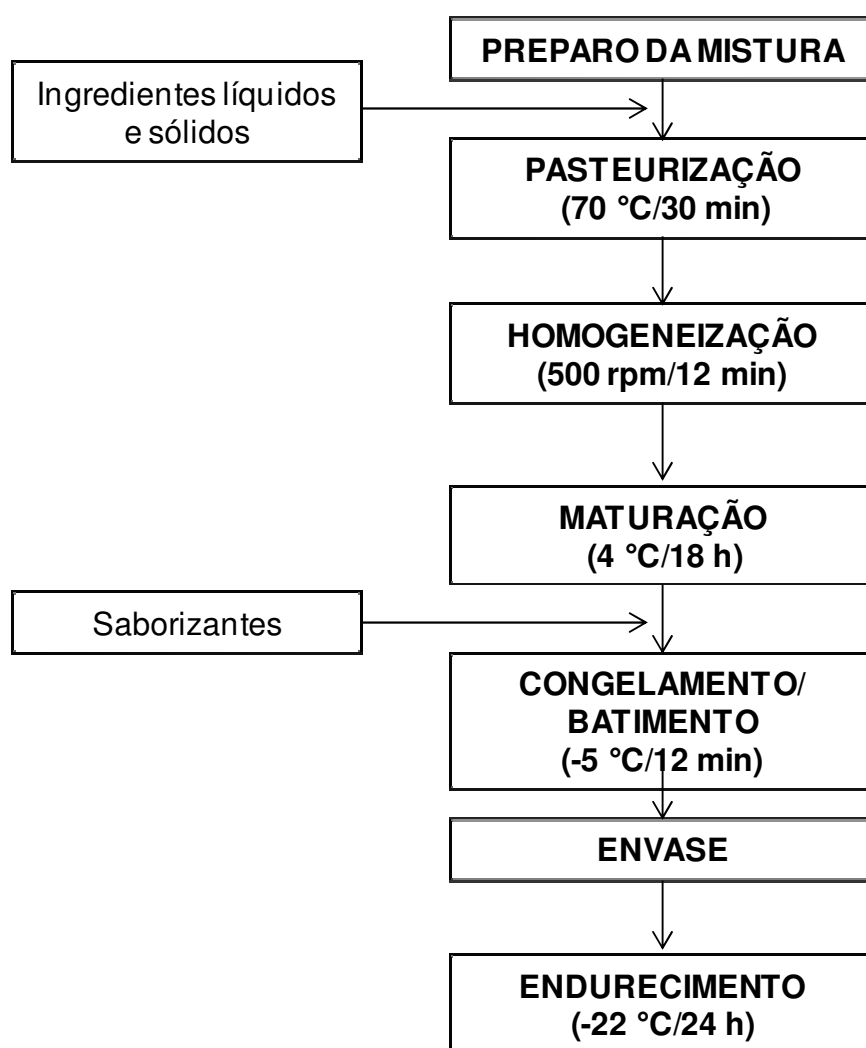


Figura 1 - Fluxograma de produção de sorvete

Cada etapa do processamento dos sorvetes encontra-se especificadas a

seguir:

a) Mistura

Os ingredientes líquidos foram previamente misturados, e então acrescentados aos ingredientes secos. Em seguida, foram agitados em liquidificador industrial modelo LS - 04(Poli, Brasil) até completa dissolução.

b) Pasteurização

Aquecimento controlado em tanque térmico (Biasinox®, BRASIL) à temperatura estabelecida (70 °C) por 30 min sob agitação constante.

c) Homogeneização

Esta etapa foi efetuada em um agitador mecânico rotativo com hélice padrão 2 pás de aço inox AISI 304 a 500 rpm durante 12 minutos.

d) Resfriamento e Maturação

A mistura pasteurizada e homogeneizada foi então resfriada até temperatura de 4°C e armazenada sob refrigeração a 4°C por 18 ± 2 horas. Após este período, foi adicionada a essência de baunilha à mistura.

e) Congelamento/ Batimento

A mistura foi agitada e congelada em uma batedeira de sorvete (SED L20, Carpigiani, BRASIL) a uma temperatura de -5°C. Após as condições de congelamento serem alcançadas (12,5 min.), o sorvete foi retirado da batedeira e imediatamente colocado em recipientes plásticos de capacidade de 10 L para armazenagem a -22°C em freezer horizontal modelo CHA31C, Consul®.

Considerando que diferentes tempos, velocidades e temperaturas de batimentos provocam variações nas características estruturais do produto, os tempos e condições de batimentos foram rigorosamente respeitados. As

condições para trocas térmicas foram estabelecidas e mantidas para cada um dos processamentos.

2.4. Determinações físico-químicas dos sorvetes

2.4.1. Composição centesimal

Todas as análises de composição centesimal foram realizadas em triplicatas.

a) Sólidos Totais

As formulações de sorvete e todos os ingredientes, exceto o aroma de baunilha e o composto estabilizante-emulsificante, foram submetidos à análise de sólidos totais utilizando metodologia oficial (AOAC, 1998).

b) Gordura

O teor de gordura foi determinado por meio do método ROESE-GOTTLIEB (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

c) Proteínas

O percentual de proteína foi determinado pelo Método de Kjeldahl (AOAC, 1998).

d) Cinzas

O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico utilizando mufla a 550°C conforme metodologia padrão segundo A.O.A.C. (AOAC, 1998).

e) Carboidratos

A composição em carboidratos foi determinada por diferença.

2.4.2. pH e acidez titulável

A determinação do pH, foi realizada utilizando-se pHmetro digital modelo W3B (BEL engineering, Brasil) devidamente calibrado. A acidez titulável, em forma de ácido láctico, foi realizada em conformidade com a metodologia padrão segundo A.O.A.C. (AOAC, 1998). Ambas as análises foram realizadas em triplicatas.

2.4.3. Análise Instrumental de cor

As análises de cor foram realizadas em colorímetro ColorQuest XE HunterLab, utilizando-se o iluminante-padrão D65 e observador a 10º (Sistema CIELAB). 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 do 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 ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$). Para $|H^*|$, o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro; e o 270, o azul puro. Assim, valores de $|H^*|$ próximos de 90, indicam tonalidade amarela, e, quanto mais próximos de 0, a tonalidade vermelha. Com relação ao croma, quanto mais altos os valores de C*, mais viva a cor observada, distanciando do cinza (LAWLESS; HEYMANN, 1998 citado por CANUDO et al., 2010).

As medidas foram feitas em triplicatas.

2.4.4. Resistência ao derretimento

Para o teste de resistência ao derretimento 95 g de cada amostra de sorvete foram armazenados em potes de 140 mL. Cada bloco de sorvete foi colocado sobre peneira metálica, apoiada em um funil de vidro então colocado sobre uma proveta de vidro (100 mL) por meio de um suporte. A proveta foi mantida sobre uma balança analítica para pesagem da massa derretida (Figura 2). A massa de sorvete derretida foi pesada ao longo de 60 minutos

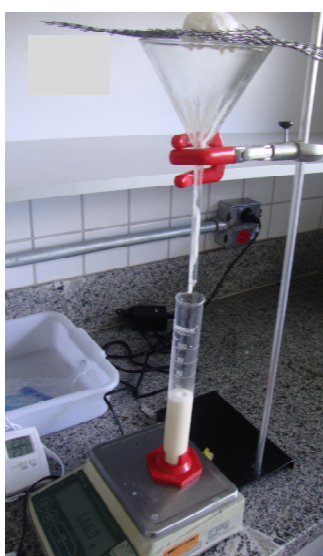


Figura 2: Equipamentos utilizados na avaliação da resistência ao derretimento

Gráficos representando massa derretida como função do tempo foram traçados, com verificação da equação de melhor ajuste às curvas. Para isso foi utilizado o pacote estatístico SAS® versão 9.1 licenciado pela Universidade Federal de Viçosa.

A partir da equação das curvas foram estimados o tempo de queda da primeira gota (t_0) correspondente ao derretimento de 0,18g de sorvetes e o tempo correspondente ao descongelamento de 10% da massa dos sorvetes (t_{10}), seguindo-se então cálculos dos fatores tempo relativo de queda da primeira gota (TPG) e da retenção relativa de massa (RRM) (GELIN et al , 1996), definidos pelas equações 1 e 2.

$$TPG = t_0/M \quad (1)$$

Onde t_0 é o tempo médio de queda da primeira gota e M é a massa da amostra.

$$RRM=(t_{10}-t_0)/M \quad (2)$$

Onde t_{10} é o tempo de descongelamento de 10% em massa; t_0 é o tempo médio de queda da primeira gota e M é a massa da amostra.

O teste foi realizado em triplicata.

2.5. Análises Reológicas

2.5.1. Caracterização do comportamento reológico de escoamento

Para determinação das características reológicas das misturas dos sorvetes, após a maturação, e dos sorvetes, após processamento, foi utilizado um reômetro oscilatório HAAKEMARS (Modular Advanced Reometer System, Thermo Electron Corp., Alemanha), equipado com um banho termostático (Phoenix 2C30P, Thermo Electron Corp., Alemanha), utilizando-se o sensor de geometria de cilindros duplo gap (DG41) para todas as amostras. Este sensor possui as seguintes especificações: volume da amostra de 6,3 mL, $L = 55\text{mm}$; $a = 5,1\text{ mm}$; $R1 = 17,75\text{mm}$; $R2 = 18\text{mm}$; $R3 = 21,4\text{mm}$ como ilustrado na Figura 3.

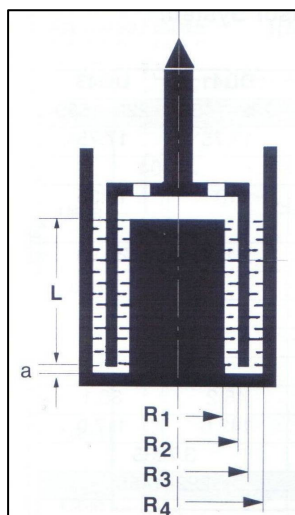


Figura 3 - Sensor de geometria de cilindros duplo gap (DG41)

A curva de escoamento das misturas foi realizada a 4 °C. Sendo esta a temperatura utilizada durante a maturação no processamento do sorvete. As medidas foram realizadas logo após o período de maturação que foi de 18 ± 2 horas.

Os sorvetes também foram analisados à temperatura de 4 °C. Sendo armazenados nesta temperatura por 10 minutos permitindo o total derretimento da amostra e garantindo a estabilidade da temperatura.

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 300 s^{-1} durante 2 min. As medidas foram tomadas a cada 1,2 s, totalizando 100 pontos. Antes de cada experimento a quebra da tixotropia das misturas e dos sorvetes foi realizada também aplicando uma rampa contínua de taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) na faixa de 0 a 300 s^{-1} durante 2 minutos para a rampa de subida e 2 minutos para a rampa de descida.

Os dados reológicos obtidos foram ajustados aos modelos mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Modelos Reológicos de fluidos newtonianos e não Newtoniano independente do tempo.

Modelo	Equação
Newtoniano	$\tau = \mu \cdot \dot{\gamma}$
Lei da Potência	$\tau = K(\dot{\gamma})^n$

τ : tensão de cisalhamento (Pa); $\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (s^{-1}); μ = viscosidade (Pa.s);

K = índice de consistência (Pa.sⁿ) e n = índice de comportamento ao escoamento (adimensional).

O valor da viscosidade aparente (η_{50}) foi calculado à taxa de deformação de 50 s^{-1} , na qual os estímulos orais associados com a percepção de viscosidade em produtos de baixa viscosidade são geralmente desenvolvidos (AKHTAR, MURRAY e DICKINSON, 2006).

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 (R^2).

2.5.2. Testes oscilatórios

Para determinação das propriedades viscoelásticas dos sorvetes foi utilizado um reômetro oscilatório HAAKE MARS (Modular Advanced Reometer System, Thermo Electron Corp., Alemanha), equipado com um banho termostático (Phoenix 2C30P, Thermo Electron Corp., Alemanha), utilizando-se o sensor de geometria de placas paralelas (PP35) com gap de 1mm para todas as amostras. Este sensor possui volume da amostra de 1,0 mL.

A região de viscoelasticidade linear de cada formulação foi determinada por meio da aplicação de uma varredura de tensão (1 a 100 Pa) a frequência constante de 1 Hz à temperatura de -10°C . Para o teste oscilatório, foi utilizado um valor de tensão dentro do intervalo de viscoelasticidade linear (4 Pa).

No teste oscilatório, foi aplicada uma varredura de frequência (0,01 Hz a 10 Hz) a uma tensão constante e à temperatura de -10°C referente à

temperatura na qual o sorvete foi servido. Os valores dos componentes elástico (G') e viscoso (G'') e $\tan \delta$ (G''/G') foram calculados usando o software Haake RheoWin Data Manager. Antes desta análise, as amostras foram mantidas em repouso, no sensor, por 5 minutos para estabilização da temperatura e rearranjo estrutural a exatamente $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Também foi realizada uma varredura de temperatura (de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$), a frequência de 1 Hz e a uma taxa de aquecimento de $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$, para verificar o comportamento viscoelástico dos sorvetes em função da temperatura. Para a realização desta análise as amostras também foram mantidas em repouso, no sensor, por cinco minutos para estabilização da temperatura e rearranjo estrutural a exatamente $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para as análises estatísticas dos resultados, utilizou-se o valor G' , G'' e $\tan \delta$ a frequências de 1Hz (ADAPA, DINGELDEIN, SCHMIDT, 2000). Visto que o consumo de sorvete está relacionado a baixas frequências de oscilação.

2.5.3. Análise Estatística

O efeito do teor de gordura sob as análises reológicas e físico-químicas foram avaliados por análise de regressão simples, regredindo-se as variáveis respostas em função dos teores de gordura no sorvete em seus componentes lineares e quadráticos, para a escolha do modelo de regressão que melhor descrevesse as variações, de acordo com o teste t de Student, avaliando-se também a falta de ajustamento. Por último, foi calculado o coeficiente de exatidão R^2 .

As análises para o ajuste dos modelos serão realizadas utilizando o software SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

2.6. Análises Microbiológicas

Após o processamento, foram realizadas as análises microbiológicas

especificadas pelo padrão fixado pela ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Ministério da Saúde, Resolução RDC Nº12, de 02 de Janeiro de 2001. Entre as exigências estão coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp. As análises de coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positiva foram realizadas utilizando Petrifilm®. Utilizou-se solução salina (0,85%) como solução diluente, sendo plaqueadas as diluições 10^{-1} e 10^{-2} . As colônias foram enumeradas por meio da leitura direta nas placas tipo Petrifilms.

A detecção de *Salmonella* foi utilizada metodologia segundo a Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003).

2.7. Análise Sensorial

2.7.1. Análise descritiva quantitativa (ADQ)

A ADQ foi realizada utilizando a metodologia proposta por Stone e Sidel (1974), modificada, cujas etapas consistiram em:

2.7.1.1. Recrutamento dos julgadores

Cinquenta questionários de recrutamento (Anexo C) foram distribuídos para pessoas que demonstraram interesse em participar dos testes sensoriais. Dentre estas, trinta e cinco foram selecionadas para a etapa de pré-seleção por apresentarem disponibilidade de tempo, afinidade pelo produto, habilidade em trabalhar com escala não-estruturada, conhecimento sobre termos descritivos e condições de saúde que não comprometessem às análises.

2.7.1.2. Pré-seleção

Para verificar se sorvetes de creme de duas marcas comerciais eram estatisticamente diferentes foi realizado um Teste Triangular com 30 julgadores. Os sorvetes diferiam entre si ao nível de 5% de probabilidade e sendo, portanto utilizados na etapa de pré-seleção dos julgadores.

Assim, foi realizada uma série de 4 repetições do Teste triangular com os sorvetes das duas marcas comerciais. Em cada sessão foram apresentadas amostras codificadas com 3 dígitos sendo duas iguais e uma diferente. Ao julgador foi solicitado que identificasse a amostra diferente (Figura 4).

Nome:	Data:
Duas das três amostras apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras de sorvete da esquerda para a direita e circule o código daquela que lhe pareça diferente. Enxágüe a boca entre cada amostra e espere 30 segundos.	

Comentários:	

Figura 4 – Modelo de Ficha Utilizada no Teste Triangular

Foram selecionados os candidatos que acertaram no mínimo 75 % dos testes.

2.7.1.3. Levantamento dos termos descritivos e definição dos padrões de referência

O desenvolvimento da metodologia descritiva foi realizado pelos julgadores pré-selecionados que utilizaram o método rede. Para isso, foram escolhidas 3 amostras (ST, SL50, SL99) que representavam o universo de variação entre os sorvetes a serem analisadas, ou seja, foram escolhidas amostras que apresentem diferenças marcantes nos atributos sensoriais.

Segundo MOSKOWITZ (1983), o método de Rede, consistiu na apresentação aos pares (3 sessões) das três amostras solicitando-se ao julgador que descrevem as similaridades e as diferenças entre elas.

Após cada julgador ter gerado seus próprios termos, foi realizada uma discussão em grupo, sob a supervisão do moderador, com o objetivo de agrupar termos semelhantes e eliminar aqueles que não foram percebidos pela maioria dos julgadores. A lista definitiva de avaliação foi formada pelos descritores mencionados com maior frequência e pelo consenso entre os julgadores.

Após o levantamento dos atributos os julgadores definiram cada termo sensorial. Assim, a lista dos atributos foi elaborada e os padrões para ancorarem os extremos da escala não estruturada foram definidos.

2.7.1.4. Treinamento dos julgadores

Os padrões de referência e a definição para cada atributo foram apresentados aos julgadores em varias sessões. Sendo estes 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.

2.7.1.5. Seleção dos julgadores

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

Para a seleção final dos julgadores foram utilizados os sorvetes SL25 e SL75 apresentados 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 julgador na avaliação. As análises foram realizadas utilizando a ficha definitiva da análise descritiva quantitativa.

Os julgadores foram avaliados de acordo com seu poder de discriminação e repetibilidade. Foram realizadas análises de variância

(ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e repetição) por atributo para cada julgador. Deste modo, foram selecionados para a etapa final da ADQ os julgadores que apresentaram probabilidade de $F_{\text{AMOSTRA}} \leq 0,50$ e probabilidade de $F_{\text{REPETIÇÃO}} \geq 0,05$ em todos os atributos avaliados, conforme proposto por Damásio e Costell, 1991.

2.7.1.6. Avaliação Final dos produtos

Os julgadores treinados e selecionados avaliaram as 5 formulações de sorvete em 4 repetições. Para apresentação das amostras utilizou-se um delineamento de blocos incompletos balanceados com os seguintes parâmetros (COCHRAN e COX, 1957):

t: número de tratamentos = 5

k: número de amostras testadas em cada sessão pelo julgador = 2

r: número de vezes em que cada julgador avaliou cada amostra, ou seja, número de repetições = 4

λ : número de vezes em que as amostras são testadas juntas numa mesma sessão=1

b: número de sessões realizadas por todos os julgadores = 10

As amostras foram servidas a uma temperatura de -10 ± 2 °C em um suporte térmico de isopor.

No momento da avaliação, os julgadores receberam a ficha de avaliação e a lista de definição dos atributos sensoriais.

2.7.1.7. Análise dos Resultados

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

juizador e interação amostra*juizador utilizando o Delineamento em Blocos Casualizados.

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

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

Em que:

Y_{ijk} = escore do atributo sensorial da formulação i atribuído pelo juizador j na repetição k;

m = média geral;

T_i = efeito (contribuição) da formulação i;

B_j = efeito (contribuição) do juizador j;

$(T * B)_{ij}$ = interação entre a formulação i e o juizador j;

e_{ijk} = erro aleatório NID $(0, \sigma^2)$.

Os resultados também foram avaliados utilizando a técnica de análise multivariada Análise de Componentes Principais (ACP) e submetidos ao ajuste de modelo de regressão em função do fator em estudo (teor de gordura) dos sorvetes adicionados de fibras.

2.7.2. Aceitação

O teste foi realizado no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Viçosa, em cabines individuais à temperatura ambiente. As amostras foram colocadas em copos plásticos de 50 mL codificados com três dígitos e envolvidos por um suporte térmico de isopor para a manutenção da temperatura a $-10 \pm 2^\circ\text{C}$, sendo servidas as cinco amostras de forma aleatória e balanceada entre os consumidores.

A aceitação do sorvete foi avaliada por meio da escala hedônica

estruturada de nove pontos, sendo a menor nota (1), desgostei extremamente, e a maior nota (9), gostei extremamente (Figura 5).

TESTE DE ACEITAÇÃO		
Nome: _____ Data: _____ Idade: _____		
Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou dos produtos. Prove as amostras da esquerda para direita e entre as amostras, enxágüe a boca com água e espere 30 segundos.		
	Código da Amostra:	Impressão Global:
9- Gostei extremamente	_____	_____
8- Gostei muito		
7- Gostei moderadamente	_____	_____
6- Gostei ligeiramente		
5- Indiferente	_____	_____
4- Desgostei ligeiramente		
3- Desgostei moderadamente	_____	_____
2- Desgostei muito		
1- Desgostei extremamente	_____	_____
Comentários: _____		

Figura 5 – Modelo de Ficha Utilizada no Teste de Aceitação

Os resultados do teste de aceitação foram analisados avaliando as freqüências dos escores de aceitação (escore > 5), indiferença (escore = 5) e rejeição (escore < 5). Além disso, foi utilizada a metodologia Mapa de Preferência Interno (Macfie & Thomson, 1988). Esta metodologia tem como base a Análise de Componentes Principais (ACP), em que os dados de aceitação são arranjados numa matriz de produtos (em p linhas) versus consumidores (em n colunas), que é reduzida em pequenos números de componentes independentes, minimizando a perda da informação (variação) original (MINIM, 2010).

As análises estatísticas da análise descritiva quantitativa e teste de aceitação foram realizados utilizando o programa estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

2.7.3. Correlação entre medidas sensoriais e instrumentais

A correlação entre as medidas de textura sensoriais, instrumentais e taxa de derretimento foram determinadas usando o coeficiente de correlação de Pearson (r) e análise de componentes principais. 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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Determinações físico-químicas das formulações de sorvete

3.1.1. Composição centesimal, pH e acidez titulável

Houve diferença para os teores de gordura, proteínas, cinzas e acidez titulável entre as 5 formulações de sorvetes (Tabela 4). Este resultado era esperado já que os sorvetes elaborados continham diferentes teores de gordura e CPS80 que influenciam nos componentes dos produtos finais.

Tabela 4 – Composição Centesimal, acidez e pH das amostras de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

Formulação	Sólidos Totais (%)	Gordura (%)	Proteína Bruta (N x 6, 25) (%)	Cinzas (%)	Carboidratos* (%)	Acidez (%)	pH
ST	39,23 ± 0,39	10,03 ± 0,42	4,62 ± 0,12	1,19 ± 0,01	23,39	0,259± 0,007	7,13 ± 0,02
SL25	39,40 ± 1,10	7,43 ± 0,05	6,27 ± 0,07	1,28 ± 0,00	24,41	0.284± 0,005	7,11 ± 0,01
SL50	37,80 ± 0,09	4,88 ± 0,46	8,15 ± 0,37	1,35 ± 0,03	23,42	0.308± 0,000	7,09 ± 0,04
SL75	37,88 ± 0,44	2,61 ± 0,14	9,74 ± 0,24	1,47 ± 0,01	24,06	0.358± 0,005	7,09 ± 0,02
SL99	38,38 ± 0,57	0,71 ± 0,12	11,20 ± 0,09	1,53 ± 0,01	24,94	0.386± 0,012	7,10 ± 0,01

*Valores Obtidos por diferença

ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

Em relação ao teor de gordura, as formulações SL25, SL50, SL75 e SL99 estão de acordo com a Portaria N° 27 de 13 de janeiro de 1998 que classifica os alimentos como *light* quando houver uma redução de pelo menos 25% na quantidade de um determinado nutriente e/ou calorias em relação ao alimento tradicional (ST) (BRASIL, 1998). Além de cumprir o atributo “reduzido” referente às condições para declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes e ou valor energético em relação ao conteúdo comparativo (BRASIL, 1998).

A influência dos teores de gordura no teor de cinzas e na acidez titulável foi modelada estatisticamente pelas equações representadas na Tabela 5 para as diferentes formulações de sorvete. Os modelos foram testados quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão, apresentando parâmetro de regressão significativo ($p < 0,05$) para o modelo de primeiro grau e falta de ajuste não significativa ($p > 0,05$). Além disso, os modelos apresentaram coeficientes de exatidão superiores a 96%. Para as medidas de pH, não houve parâmetro de regressão significativo ($p > 0,05$) para o modelo de primeiro grau e segundo grau, indicando não haver diferença neste indicador entre as formulações de sorvete.

Tabela 5 - Modelagem estatística do efeito da gordura nos teores de cinzas e acidez dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

Análise físico-química	Modelo de Regressão	R ²
Cinzas	$Y = -0,03744 \cdot G + 1,55716$	0,9877
Acidez	$Y = -0,01385 \cdot G + 0,38998$	0,9686

G : Teor de gordura

A redução do teor de cinzas em função do aumento do teor de gordura condiz com a elevação dos minerais nas formulações devido à adição de CPS 80 ao sorvete.

A acidez titulável foi influenciada negativamente pelo aumento do teor de gordura, ou seja, a substituição da gordura por CPS80 aumentou a acidez titulável dos sorvetes. Este resultado corrobora os resultados obtidos por Schmit, Lundy e Reynolds (1993) que observaram que a formulação contendo

Simplesse®, um substituinte de gordura a base de proteínas do soro, apresentava maior acidez. Tal resultado foi atribuído a grande quantidade de proteínas do soro adicionadas à formulação. No leite a acidez titulável (como porcentagem de ácido láctico) é parcialmente atribuída a proteínas e minerais (Schmit, Lundy e Reynolds, 1993). Neste estudo, os sorvetes apresentaram o mesmo comportamento, uma vez que o aumento da acidez foi acompanhado de um aumento do teor de proteínas e cinzas.

A concentração hidrogeniônica efetiva de uma solução é expressa em pH, que é o logaritmo do inverso da concentração de H^+ . Não se observou variações do pH entre as formulações, indicando que as concentrações de íons H^+ foram as mesmas em todas as amostras. Contudo, houve variação da acidez, o que confirma a influência das proteínas e minerais presentes no CPS80 na acidez das formulações.

3.1.2. Análise Instrumental de cor

O efeito do teor de gordura nos valores de L^* (luminosidade), b^* (componente amarelo-azul), $|h^*|$ (tonalidade cromática) e C^* (índice de saturação), apresentados na Tabela 6, não foi significativo ($p > 0,10$) para parâmetros de regressão de modelos de primeiro grau e segundo grau, ou apresentaram falta de ajustamento significativa ($p < 0,05$).

Tabela 6 - Valores médios e o desvio padrão dos parâmetros instrumental de cor dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

Formulação	L*	a*	b*	h*	C*
ST	80,61 ± 0,32	0,94 ± 0.13	14,32 ± 0.33	86,27± 0,45	3,91 ± 0,06
SL25	79,56 ± 0.10	0,85 ± 0.08	15,67 ± 0.54	86,92± 0,18	4,06 ± 0,08
SL50	79,91 ± 0.29	0,46 ± 0.01	15,14 ± 1.32	88,26± 0,10	3,95 ± 0,17
SL75	79,58 ± 0.78	-0,38 ± 0.08	15,65 ± 1.83	88,58± 0,48	3,90 ± 0,25
SL99	79,80 ± 0.12	-1,28 ± 0.01	15,23 ± 0.49	85,19± 0,10	3,73 ± 0,06

ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

No entanto, a influência do teor de gordura no valor de a* (componente vermelho-verde) foi modelada estatisticamente pela equação representada na Tabela 7 para as diferentes formulações de sorvete. O modelo foi testado quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão. O parâmetro de cor a* apresentou parâmetro de regressão significativo ($p < 0,05$) para o modelo de segundo grau e falta de ajuste não significativa ($p > 0,05$). O modelo apresentou coeficiente de exatidão superior a 99%.

Tabela 7 - Modelagem estatística do efeito da gordura no parâmetro instrumental de cor a* para as sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

Parâmetro instrumental de cor	Modelo de Regressão	R ²
a* (componente vermelho-verde)	$Y = -0,033 \cdot G^2 + 0,595 \cdot G - 1,692$	0,9987

Como os parâmetros L*, b*, C* e h* não diferiram entre as formulações, os valores médios apresentadas na Tabela 9 indicam que todas as formulações apresentaram coloração clara e amarelada.

Em relação ao parâmetro a*, nota-se que sua variação em função do teor de gordura segue um modelo de segundo grau, cujo valor máximo para tal

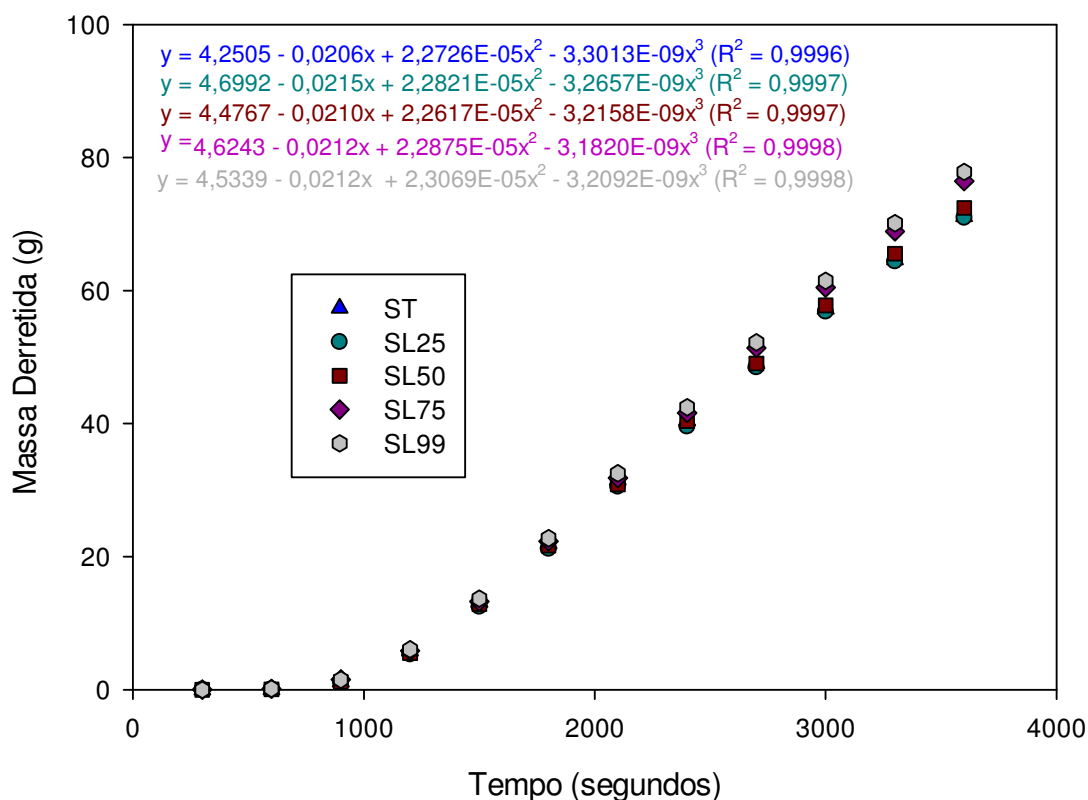
parâmetro corresponde ao teor de gordura igual 9,015% cuja formulação correspondente seria a ST. Deste modo, à medida que se aumentou o teor de gordura, as formulações apresentaram uma coloração levemente avermelhada ($a > 0$). Isto implica que a adição de CPS80 e a redução do teor de gordura leva a uma coloração levemente esverdeada ($a < 0$), como no caso das formulações SL75 e SL99.

Roland, Phillips e Boor (1999) avaliaram o efeito do teor de gordura na cor de sorvetes de baunilha. Segundo a pesquisa, assim como no presente estudo, as amostras de sorvete foram mais vermelhas e menos verdes à medida que o teor de gordura aumentou, obtendo uma variação de -0,7 a 0,8 para sorvetes com 0.1% e 10% de gordura, respectivamente. No entanto, eles também observaram que as amostras iam se tornando mais claras (aumento de L^*) e amarelas (aumento de b^*) com o incremento em gordura. Esta diferença nos resultados pode ser explicada pela utilização de formulações diferenciadas nos respectivos estudos, cujo único ponto em comum foi a variação do teor de gordura.

3.1.3. Resistência ao derretimento

Os dados de quantidade de massa descongelada em função do tempo de leitura geraram as curvas de derretimento (Figura 6) que apresentaram bom ajuste em equações de 3º grau ($R^2 > 0,9996$). Silva (2004) também ajustou aos seus dados de derretimento equações de 3º grau e, do mesmo modo, observou bons ajustes ($0,9885 < R^2 < 0,9958$).

A partir das equações ajustadas foram estimados os parâmetros t_0 e t_{10} , e calculados os parâmetros tempo relativo de queda da primeira gota (TPG) e retenção relativa de massa (RRM), mostrados na Tabela 8.



ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

Figura 6 - Curvas de derretimento dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

O efeito do teor de gordura nos parâmetros de taxa de derretimento, apresentados na Tabela 8, não foram significativos ($p > 0,05$) para parâmetros de regressão de modelos de primeiro grau e segundo grau, ou apresentaram falta de ajustamento significativa ($p < 0,05$).

Assim, estatisticamente não foi possível verificar diferenças significativas entre as formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80.

Tabela 8 – Parâmetros de derretimento dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

Formulação	t_0 (s)	$t_{10\%}$ (s)	TPG ($s.g^{-1}$)	RRM ($s.g^{-1}$)
ST	764,55 ± 40,94	1337,89 ± 64,74	8,05 ± 0,43	6,04 ± 0,25
SL25	674,10 ± 24,18	1362,20 ± 10,75	7,10 ± 0,25	7,24 ± 0,37
SL50	660,80 ± 3,96	1352,98 ± 34,52	6,96 ± 0,04	7,29 ± 0,41
SL75	638,40 ± 31,40	1339,19 ± 84,59	6,72 ± 0,33	7,38 ± 0,56
SL99	664,90 ± 31,25	1299,59 ± 37,22	7,00 ± 0,33	7,19 ± 0,72

ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80.

t_0 : tempo de queda da primeira gota; $t_{10\%}$: tempo correspondente ao descongelamento de 10% da massa; TPG($s.g^{-1}$): tempo médio de queda da primeira gota; RRM($s.g^{-1}$): Retenção relativa de massa

Segundo Pelan et al. (1997), Bolliger et al. (2000) e Goff e Spagnuolo (2001), os agregados de gordura eram os principais responsáveis pela resistência ao derretimento de sorvetes. Contudo, pelos resultados obtidos no presente estudo e como observado por Granger et al. (2005), o comportamento de derretimento não reflete apenas a natureza molecular de uma espécie química, mas o desenvolvimento de interações entre os vários ingredientes do sorvete e a existência de inúmeras estruturas, isto é, a parcialmente coalescida/agregada rede tridimensional de glóbulos de gordura homogeneizados, a fase ar estabilizada e a rede formada entre proteínas e polímeros.

3.2. Análises Reológicas

3.2.1. Caracterização do comportamento reológico de escoamento

Para eliminar a influência do tempo no comportamento do escoamento das misturas e dos sorvetes, todas as amostras foram submetidas a uma faixa

de taxa de deformação de 0-300 s⁻¹ durante 2 minutos para rampa de subida quanto para rampa de descida objetivando a quebra da tixotropia.

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

Na Tabela 9, encontram-se os dados de viscosidade (μ) obtidos através do modelo reológico lei de Newton. Além dos dados de viscosidade aparente (η_{50}), índice de consistência (K) e índice de comportamento de fluxo (n) das misturas e dos sorvetes elaborados com diferentes teores de gordura adicionados de CPS80 e fibras. Sendo estes parâmetros obtidos por meio do modelo reológico Lei da Potência das curvas ascendentes (aumento da taxa de deformação).

Analisando a Figura 7, pode-se observar que a variação da tensão de cisalhamento obtida experimentalmente em função da taxa de deformação para as cinco formulações estudadas, tanto para as misturas quanto para os sorvetes, apresentaram reogramas típicos de um fluido pseudoplástico. Arbuckle (1986) citado por Karaca et al. (2009) afirma que o comportamento pseudoplástico dos sorvetes ocorre devido ao comportamento dos agregados de gordura formados no produto final, já que durante o cisalhamento a estrutura destes agregados se rompem diminuindo a viscosidade aparente.

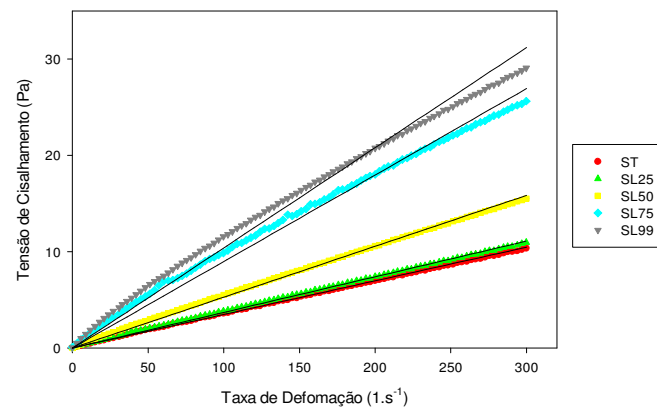
Desse modo, o modelo reológico lei da potência apresentou os maiores coeficientes de determinação ($R^2 > 0,99$), e menores valores de quadrado médio do resíduo para as misturas e para os sorvetes (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores dos parâmetros reológicos para as cinco formulações de misturas e dos sorvetes segundo os modelos de Newton e Lei da Potência

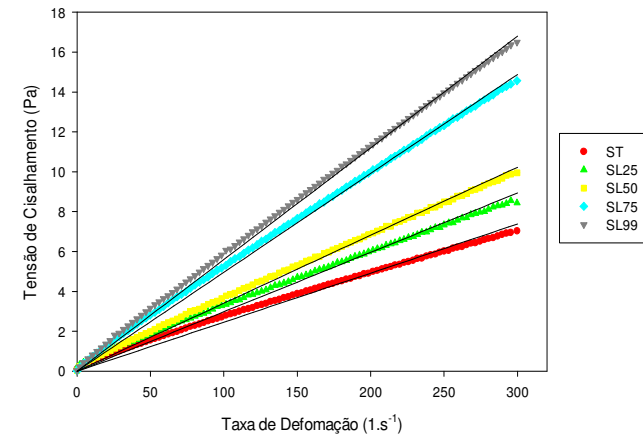
Modelo de Newton					Lei da Potência			
Formulação	μ	R^2	QMR	K	n	R^2	QMR	η_{50}
Misturas								
ST	$0,0349 \pm 0,0001$	0,9989	0,0100	$0,0447 \pm 0,0004$	$0,9540 \pm 0,0023$	0,9999	0,00114	0,0373
SL25	$0,0370 \pm 0,0001$	0,9987	0,0135	$0,0484 \pm 0,0006$	$0,9498 \pm 0,0024$	0,9998	0,00155	0,0399
SL50	$0,0528 \pm 0,0001$	0,9981	0,0383	$0,0736 \pm 0,0005$	$0,9380 \pm 0,0012$	1,0000	0,00081	0,0578
SL75	$0,0898 \pm 0,0006$	0,9882	0,6385	$0,1954 \pm 0,0024$	$0,8552 \pm 0,0023$	0,9998	0,00888	0,1109
SL99	$0,1040 \pm 0,0010$	0,9797	1,3763	$0,2751 \pm 0,0019$	$0,8186 \pm 0,0013$	0,9999	0,00395	0,1353
Sorvetes								
ST	$0,0246 \pm 0,0002$	0,9862	0,1002	$0,0561 \pm 0,0011$	$0,8462 \pm 0,0036$	0,9996	0,00114	0,0307
SL25	$0,0298 \pm 0,0012$	0,9896	0,0605	$0,0602 \pm 0,0020$	$0,8686 \pm 0,0063$	0,9994	0,00326	0,0360
SL50	$0,0341 \pm 0,0001$	0,9955	0,0366	$0,0560 \pm 0,0005$	$0,9079 \pm 0,0017$	0,9998	0,00142	0,0390
SL75	$0,0496 \pm 0,0001$	0,9979	0,0377	$0,0705 \pm 0,0004$	$0,9346 \pm 0,0009$	1,0000	0,00079	0,0545
SL99	$0,0560 \pm 0,0002$	0,9984	0,0354	$0,0758 \pm 0,0005$	$0,9438 \pm 0,0012$	1,0000	0,00086	0,0608

μ = viscosidade (Pa.s^{-1}); K= índice de consistência (Pa.s^n) e n= índice de comportamento ao escoamento (adimensional); η_{50} = viscosidade aparente (Pa.s^{-1}) R^2 = coeficiente de determinação; QMR=Quadrado Médio do Resíduo

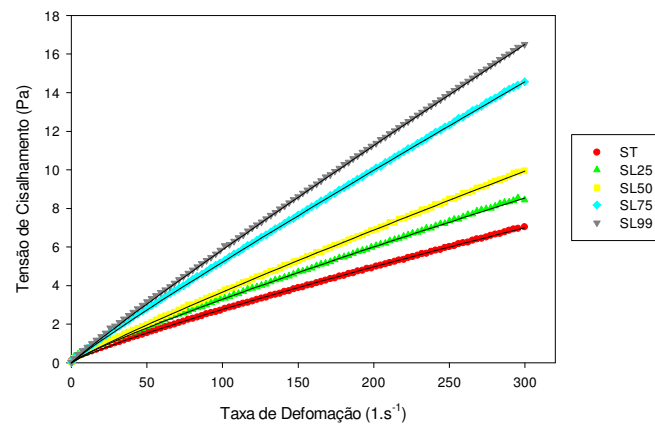
ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80.



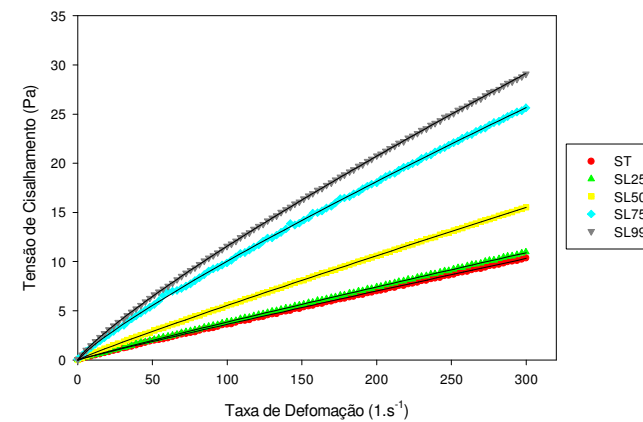
(a)



(b)



(c)



(d)

ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

Figura 7 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação a 4 °C: Ajuste pelo modelo reológico de Newton - (a) Mistura (b) Sorvete; Ajuste pelo modelo reológico lei da potência - (c) Mistura (d) Sorvete

A Figura 8 representa a distribuição do resíduo em função do parâmetro tensão de cisalhamento estimado das formulações de sorvete ST para os modelos Lei de Newton e o modelo Lei da Potência. Comportamento semelhante foi apresentado por todos os tratamentos, tanto das misturas quanto dos sorvetes. Assim, observa-se que o modelo Lei da Potência apresentou uma distribuição aleatorizada do resíduo em função do parâmetro tensão de cisalhamento estimado, enquanto o modelo de Lei de Newton apresentou distribuição tendenciosa em todos os tratamentos (ANEXO D).

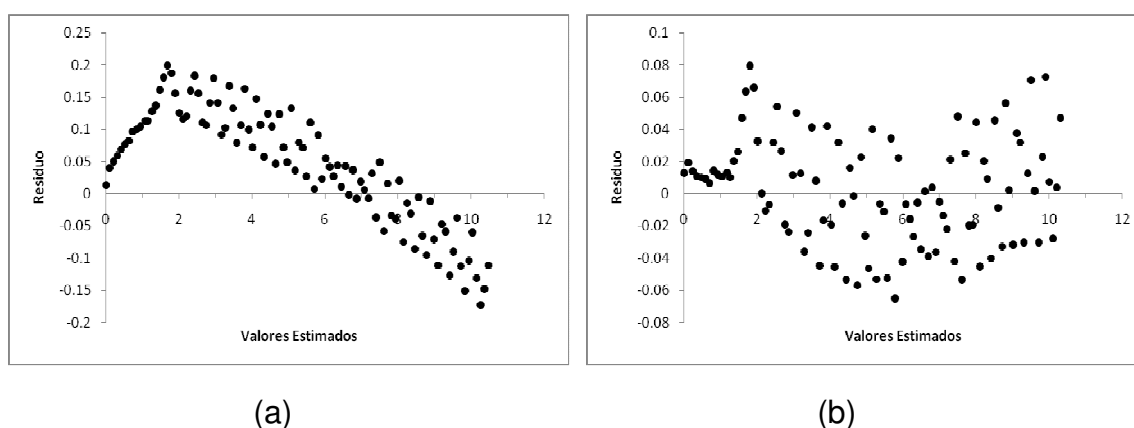


Figura 8: Dispersão do Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete ST

Deste modo estes fluidos foram caracterizados como não-newtonianos sem resistência inicial para escoar. Resultados semelhantes em misturas e sorvetes com teores reduzidos de gordura foram obtidos por Rossa, Burin e Bordignon-Luiz (2012); Karaca et al. (2009); Oliveira, Souza e Monteiro (2008); El -Nagar et al. (2002).

A influência dos teores de gordura nos valores de viscosidade aparente (η_{50}) e nos índices de consistência(K) e índice de comportamento de fluxo (n) foi modelada estatisticamente pelas equações representadas na Tabela 10 para as diferentes formulações de mistura e sorvete. Os modelos foram testados quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão apresentando parâmetro de regressão significativo ($p < 0,05$) para o modelo de primeiro grau e falta de ajuste não significativa ($p > 0,05$). Além disso, apresentaram coeficientes de exatidão superiores a 80%.

Tabela 10 - Modelagem estatística do efeito da gordura nos parâmetros reológicos das misturas e dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80.

Parâmetros Reológicos	Modelo de Regressão	R ²
Mistura		
K	$Y = -0.02272 \cdot G + 0.23772$	R² = 0.8455
n	$Y = 0.01430 \cdot G + 0.8330$	R² = 0.8286
η_{50}	$Y = -0.00986 \cdot G + 0.12350$	R² = 0.8069
Sorvete		
n	$Y = -0.01078 \cdot G + 0.95644$	R² = 0.9774
η_{50}	$Y = -0.00349 \cdot G + 0.06156$	R² = 0.8771

G: Teor de Gordura; K: índice de consistência (Pa.sⁿ) e n: índice de comportamento ao escoamento (adimensional); R² : coeficiente de determinação.

Observou-se que a viscosidade aparente, das misturas e dos sorvetes, estimada a partir do modelo de lei de potência e avaliada sob taxa de deformação constante de 50 s⁻¹, foi influenciada pela diminuição do teor de gordura e aumento do teor de CPS80. (Tabela 10). A viscosidade é um parâmetro de grande importância para os sorvetes, uma vez que proporciona corpo e textura desejável (INNOCENTE; COMPARIN; CORRADINI, 2002; PARK et al., 2006; OZDEMIR et al., 2008), sendo afetada principalmente pela gordura e pela estrutura das proteínas no produto (LIM et al., 2008).

Todas as amostras contendo CPS80 apresentaram uma viscosidade aparente superior à formulação não contendo CPS80. Tal resultado é condizente com os resultados obtidos por Adapa, Dingeldein e Schmidt (2000) que demonstraram que a adição de substituintes de gordura à base de proteínas do soro de leite aumentam a viscosidade dos sorvetes *lights*. Contudo, segundo o estudo realizado por Yilsay, Yilmaz e Bayizit (2006) a utilização destes tipos de proteínas apenas mantêm a viscosidade do sorvete *light* igual ao do Integral, porém na pesquisa não foram utilizadas

concentrações de CPS superiores a 6% como no presente estudo. Logo a utilização de concentrações superiores a 7,5% de CPS causam um grande aumento da viscosidade aparente podendo descaracterizar os sorvetes.

Este aumento da viscosidade aparente relacionado ao aumento do teor de proteínas no sorvete ocorre devido às propriedades de agregação, de emulsificação e capacidade de retenção de água das proteínas do soro de leite (WALSTRA e JONKMAN, 1998; WIT, 1998; SCHMIT, 1993).

O aumento da viscosidade aparente pode ser explicado pelo aquecimento que provoca o desenrolar gradual das proteínas do soro com consequente aumento de volume hidrodinâmico efetivo que levará a resistência ao escoamento (KINSELLA, 1984). O aumento da viscosidade da formulação SL99 era esperado uma vez que o tratamento térmico da mistura de sorvete, a 70°C, desnatura as proteínas do soro de leite e grande parte destas se associa com as micelas de caseína (WALSTRA e JONKMAN, 1998) ou moléculas adjacentes, por interações hidrofóbicas ou pontes dissulfídicas, formando redes que contribuem para o aumento da viscosidade (KINSELLA, 1984). Além disso, o aumento na quantidade de proteínas do soro de leite na interface óleo-água reduz a tensão superficial e aumenta ligeiramente a viscosidade da mistura (GOFF et al, 1989).

Do mesmo modo que a viscosidade aparente, o índice de consistência (K) para mistura foi influenciado negativamente pelo teor de gordura e aumento de CPS 80 (Tabela 10). De acordo com Karaca et al. (2009) o índice de consistência, baseado na variação da taxa de deformação, também informa a viscosidade de um fluido.

O índice de comportamento de fluxo (n) para as misturas indicaram um afastamento da condição de fluido newtoniano ($n = 1$) à medida que se diminuiu o teor de gordura. O favorecimento do comportamento pseudoplástico ocorreu, provavelmente, devido à maior agregação das proteínas na fase dispersa da mistura formando uma rede protéica mais coesa do que as esferas formadas pelos cristais de gordura nas formulações com maiores teores de gordura.

Para os sorvetes não se obteve significância para modelos de primeiro e segundo grau em relação índice de consistência (K). Quando analisamos o índice de comportamento de fluxo (n), ao contrário das misturas, os sorvetes

afastaram-se da condição de fluido newtoniano ($n = 1$) à medida que se diminuiu o teor de CPS 80. Tal fenômeno pode ser explicado pelo efeito do batimento da mistura para a produção do sorvete nas propriedades do produto final, uma vez que Goff, Davidson e Cappi (1994) e Innocente, Camparin e Corradini (2002) afirmam que grandes polímeros, com o aumento da taxa de cisalhamento, tendem a se desintegrarem e possivelmente alinham-se ao fluxo oferecendo menor resistência a este. E pelo comportamento dos agregados de gordura formados no produto final, já que durante o cisalhamento a estrutura destes agregados se rompem diminuindo a viscosidade aparente (KARACA et al., 2009).

3.2.2. Testes Oscilatórios

Ensaio oscilatório fornece importantes informações sobre as propriedades viscoelásticas de sorvetes, tais como módulo de armazenamento (G') e módulo de perda (G''), os quais caracterizam o comportamento sólido (elástico) e líquido (viscoso), respectivamente, bem como tangente de fase ($\delta = G''/G'$).

3.3.2.1. Varredura de frequência

Na Tabela 11, são apresentados os atributos reológicos em função dos teores de gordura para as 5 formulações de sorvete. Não houve significância ($p > 0,05$) para modelos de primeiro grau e segundo grau para os parâmetros reológicos analisados em função dos teores de gordura das amostras de acordo com o teste t de Student.

Apesar disto, o valor médio de G' para as formulações ST, SL25, SL50, SL75 foram ligeiramente maiores do que para a Formulação SL99.

Tabela 11 – Componentes de viscoelasticidade a 1HZ em função dos teores de gordura para as 5 formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

Formulação	G' (KPa)	G'' (KPa)	Tanδ
ST	187,750	196,250	1.0768781
SL25	183,200	190,520	1.0399563
SL50	161,800	175,300	1.0834363
SL75	182,500	202,300	1.1139207
SL99	104,000	137,900	1.3259615

ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

Adapa, Dingeldein e Schmidt (2000) obtiveram resultados semelhantes indicando a importância da presença de gordura e substituintes de gordura no componente elástico de sorvetes.

Os valores de G' e G'' de todos os sorvetes aumentaram com o aumento de frequência (Figura 9-a e b). Esta forte dependência da frequência por G' e G'' indicam um típico comportamento viscoelástico (ADAPA, DINGELDEIN E SCHMIDT, 2000). Observa-se que todas as formulações possuíam a frequências inferiores a 1Hz, uma predominância do componente viscoso em relação ao componente elástico ($G'' > G'$) e a frequências mais elevadas, um comportamento oposto ($G'' < G'$) indicando tratar-se de uma solução concentrada (SILVA, 2010).

Além disso, como mostrado na Tabela 11 e na Figura 9-c, os valores de Tan δ também pouco variaram a frequência de 1HZ entre as diferentes formulações de sorvete, apresentando um pequeno aumento para a formulação SL99 o que a caracteriza como um material com maior predominância do componente viscoso ($G'' > G'$) explicada pela quase ausência de gordura.

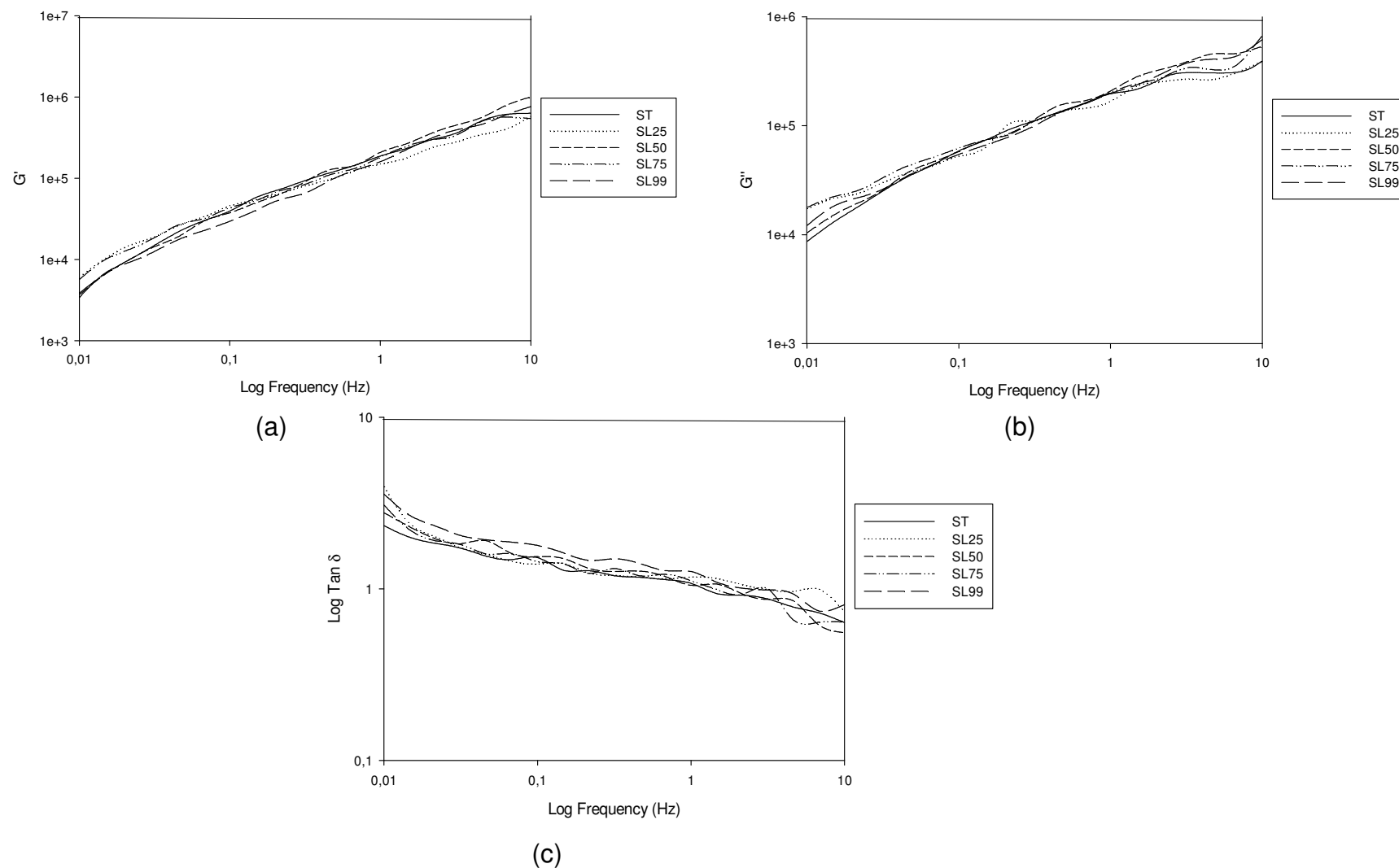


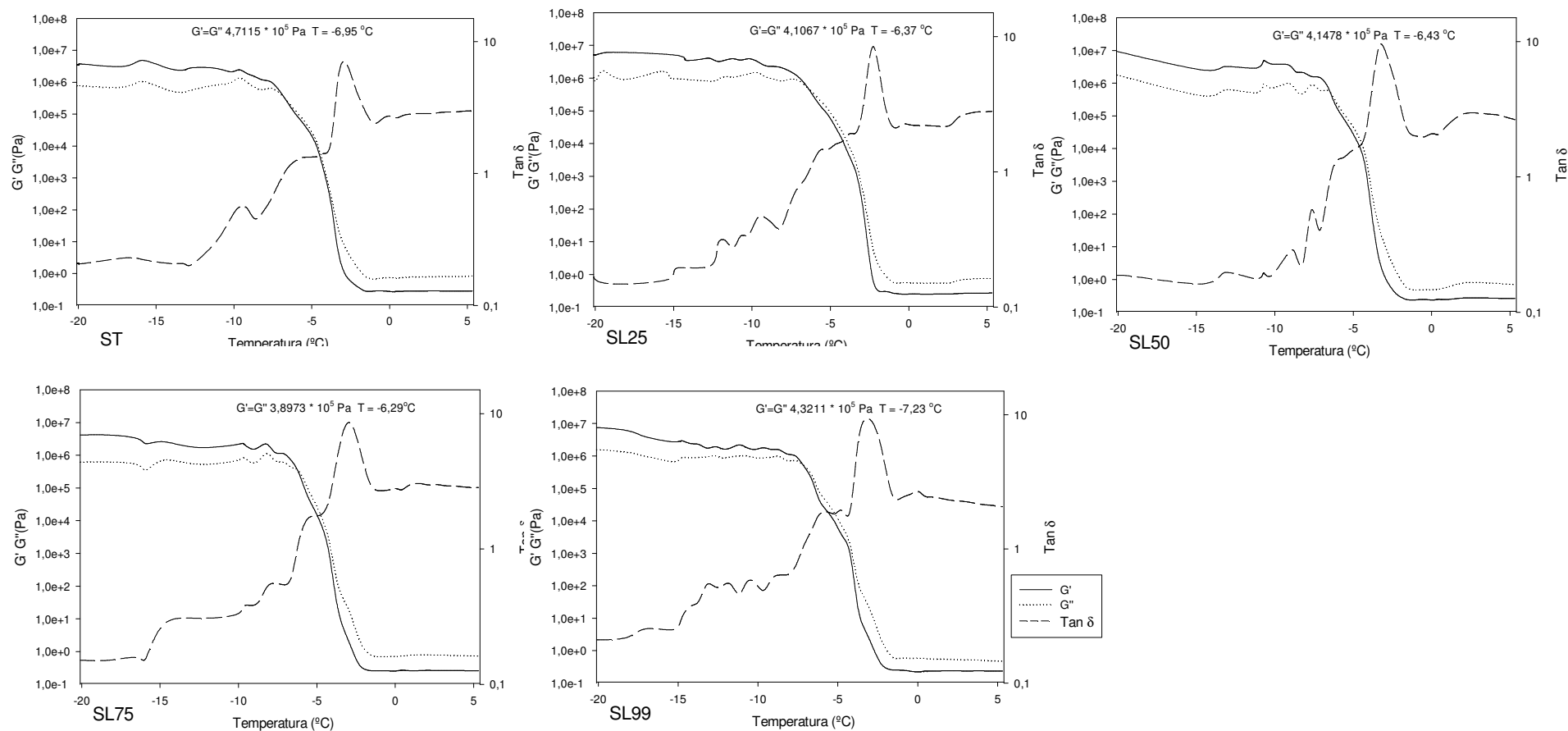
Figura 9: Varredura de frequência a -10°C na avaliação do componente de viscoelasticidade Módulo de Armazenamento (G' -a), Módulo de Perda (G'' -b) e $\tan \delta$ (c) das formulações de sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80.

A Figura 9 mostra que esta pequena variação do parâmetro G' , G'' e $\tan \delta$ entre as diferentes formulações ocorreu ao longo de toda a varredura de frequência. Este fenômeno ocorre, pois à temperatura de -10°C o comportamento reológico dos sorvetes é principalmente influenciado pela fração de gelo e sua microestrutura (WILDMOSER, SCHEIWILLER e WINDHAB, 2004), de modo que pequenas variações são observadas para produtos com o mesmo teor de água. No entanto uma análise microestrutural deveria ser realizada para a confirmação desta hipótese

3.3.2.2. Varredura de temperatura

A caracterização das formulações de sorvete por ensaio oscilatório com variação da temperatura permite a avaliação conjunta das análises mecânicas e térmicas a fim de obter mais informações referentes à estrutura do produto (GRANGER et al., 2005).

Observa-se na Figura 10 a variação do módulo de armazenamento (G') e módulo de perda (G''), os quais caracterizam o comportamento sólido (elástico) e líquido (viscoso), respectivamente, em função do aumento da temperatura (-20°C a 5°C) para todas as formulações de sorvete. A tangente de fase ($\tan \delta = G''/G'$) também foi plotada, uma vez que este parâmetro é um importante indicador da fusão dos alimentos (LUCEY, 2003 citado por GRANGER et al., 2005).



ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

Figura 10 – Varredura de temperatura na avaliação dos componentes de viscoelasticidade das formulações de sorvetes

A temperatura de -20 °C todas as formulações apresentam máximo valor para o módulo de armazenamento (G') e mínimo valor para a tangente de fase ($\tan \delta$). Estes valores caracterizam um produto duro de estrutura rígida, apresentando predominância do componente elástico.

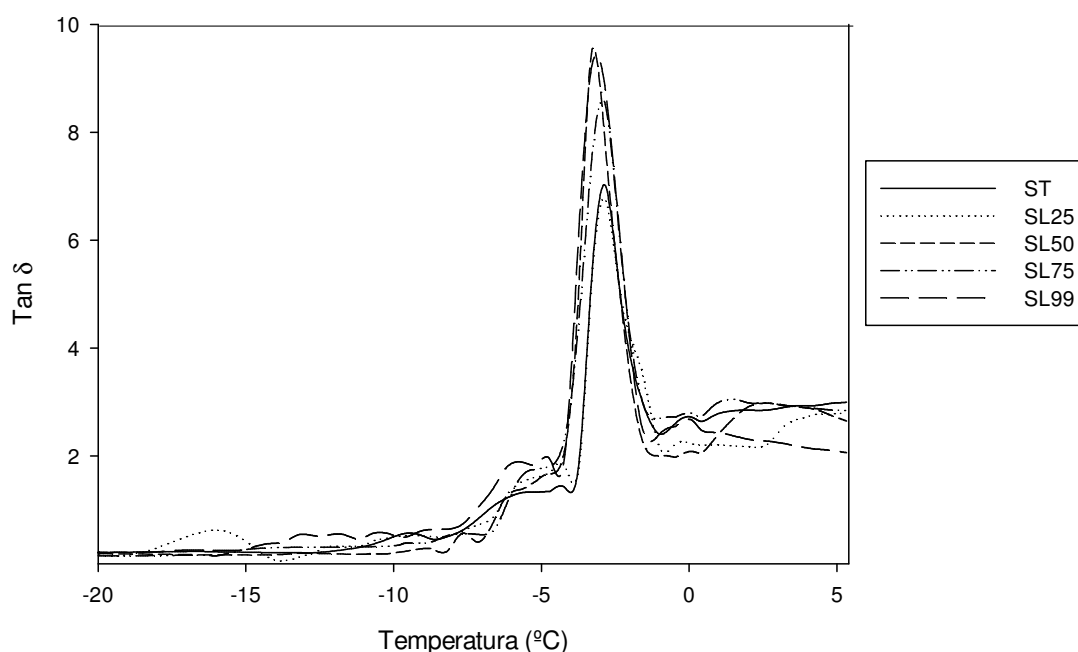
O aumento da temperatura de -20 °C a -10 °C não implicou numa grande variação dos componentes viscosos e elásticos para todas as formulações. Nesta faixa de temperatura as microestruturas dos cristais de gelo governam o comportamento reológico (WILDMOSER, SCHEIWILLER e WINDHAB, 2004), indicando que não houve grandes variações em relações aos cristais de gelo formados, sobretudo pelo fato de o teor de água dos sorvetes serem similares. No entanto, não foram realizadas análises microestruturais que poderiam comprovar tal hipótese.

Na faixa de temperatura de -10 °C a -2 °C houve uma diminuição mais acentuada do módulo de armazenamento (G') em relação ao módulo viscoso (G'') e a formação de um pico para a tangente de fase ($\tan \delta$). Nesta faixa de temperatura, as variações de G' são atribuídas ao decréscimo na fração de gelo conduzindo a uma menor rigidez no produto, uma diluição da fase não congelada e uma modificação do arranjo da microestrutura (Goff et al., 1995; Wildmoser, Scheiwiller, & Windhab, 2003; Granger et al., 2005). Nesta faixa de temperatura também ocorre o cruzamento das curvas de G' e G'' passando do estado de um material com predominância do comportamento elástico ($G' > G''$) para um material com predominância do comportamento viscoso ($G'' > G'$).

É importante notar que a temperatura correspondente ao final da queda da curva de G' corresponde à temperatura de derretimento, isto é, $-2,3 \pm 0,5$ correspondeu à temperatura de derretimento das formulações de acordo com Bradley e Smith (1983). Valor semelhante foi obtido por Granger et al. (2005) na avaliação de sorvetes com diferentes tipos de gordura e emulsificante. Em seu estudo também não houve variação deste parâmetro entre as suas formulações.

Entre -2 °C e 5 °C houve certa estabilização dos parâmetros reológicos avaliados. A partir de 1 °C todo gelo encontra-se derretido, portanto, acima desta temperatura o ar disperso e a gordura possuem um considerável impacto nas características reológicas (Wildmoser, Scheiwiller, & Windhab, 2003).

Assim, como apresentado na Figura 11, houve uma proximidade dos valores de $\tan \delta$ a 5°C para as formulações ST, SL25, SL50 e SL75 e uma ligeira diminuição deste parâmetro para a formulação SL99, indicando que a quase ausência de gordura com a formação de uma rede de proteínas causa uma diminuição da relação entre o componente viscoso e o componente elástico do sorvete derretido e que a presença de aglomerados de gordura em sinergia com a rede de proteínas não altera este componente para relações Gordura:CPS 80 superiores a 2,5:7,5.



ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

Figura 11 – Varredura de temperatura para avaliação de $\tan \delta$ para as formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

3.3. Análises Microbiológicas

As formulações ST, SL25, SL75 e SL99 apresentaram presença inferior à 10UFC/g para os microrganismos Coliformes Totais e *Staphylococcus* coagulase positiva e ausência de *Salmonella*, enquanto a formulação SL50 apresentou 3x10 UFC/g para coliformes totais e 10 UFC/g para *staphylococcus*

coagulase positiva, contudo tal valor atende aos padrões microbiológicos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Ministério da Saúde, Resolução RDC Nº12, de 02 de Janeiro de 2001 apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Padrões microbiológicos estabelecidos para sorvetes pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

Microrganismo		Tolerância para amostra Indicativa
Coliformes a 45°C/g		5x10
<i>Staphylococcus</i>	<i>coagulase</i>	5x10 ²
positiva/g		
<i>Salmonella</i> sp/25g		Ausência

Deste modo, os resultados indicaram que o preparo dos sorvetes foi realizado atendendo às Boas Práticas de Fabricação (BPF), possibilitando a utilização dos produtos nas análises sensoriais.

3.4. Análise Sensorial

3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa

3.4.1.1. Recrutamento e pré-seleção dos julgadores

Foram recrutados trinta e cinco voluntários para compor a equipe sensorial e participarem da etapa de pré-seleção. Dentre estes, vinte julgadores (5 mulheres e 5 homens) acertaram pelo menos 75% dos testes triangulares apresentando capacidade de discriminar amostras sensorialmente semelhantes.

3.4.1.2. Levantamento de Termos descritivos

No levantamento de termos descritivos dez termos foram selecionados pela equipe como sendo os que melhor caracterizavam as formulações de sorvete. Os atributos levantados para a avaliação dos sorvetes foram: cor amarela, consistência, aroma de baunilha, gosto doce, sabor de creme de leite, sabor de CPS (Concentrado protéico de soro), sabor de baunilha, cremosidade, adesividade e espalhabilidade.

Após a definição dos atributos foi confeccionada uma lista com os atributos, definições e padrões de referência para os sorvetes avaliados por meio da ADQ (Tabela 13) e uma ficha de avaliação utilizada nos testes preliminares e na avaliação final dos sorvetes (Figura 12).

Tabela 13 - Atributos, definições e padrões de referência para sorvete de creme sabor baunilha

Termo descritor	Definição:	Referência
Aparência		
Cor amarela	Cor característica de sorvete de creme	FRACO: Sorvete Tradicional (ST) FORTE: Sorvete de creme Sol e Neve®
Consistência	Resistência a força feita por uma colher de plástico pequena	FRACO: ST FORTE: Sorvete <i>Light</i> com 99% de redução de gordura (SL99)
Aroma		
Baunilha	Aroma Artificial de baunilha	FRACO: Solução Base (40% sorvete Sol e Neve®+ 60% de leite integral Viçosa®)* FORTE: 91% de Solução Base + 9% de aroma artificial de baunilha*
Sabor		
Gosto doce	Gosto característico de uma solução de sacarose	FRACO: Solução Base* FORTE: 77,5% de Solução Base + 12,5% de açúcar cristal Caeté®*
Sabor de Creme de Leite	Sabor característico de creme de leite	FRACO: SL99 FORTE: 50% de Solução Base + 50% de creme de leite integral Itambé® (25% de gordura)*
Sabor de CPS (Concentrado protéico de soro)	Sabor característico de CPS	FRACO: Solução Base * FORTE: 80% de Solução Base + 20% de CPS 80*
Sabor de baunilha	Sabor característico de baunilha artificial	FRACO: Solução Base* FORTE: 91% de Mistura + 9% de aroma artificial de baunilha Dr.OETKER*
Textura		
Cremosidade	Sensações tipicamente associada a um produto encorpado, macio, não áspero, não seco, como um revestimento de veludo. Sensação aveludada.	FRACO: ST FORTE: SL99

Adesividade	Força necessária para remover a amostra que adere a boca (palato) durante o processo de degustação.	FRACO: ST FORTE: SL99
Espalhabilidade	Capacidade da amostra de sorvete derreter e se espalhar pela boca.	FRACO: SL99 FORTE: ST

* A mistura e os padrões foram batidos durante 2 minutos em liquidificador (Philips Walita®, Holanda)

Nome: _____ Data: ____/____/____

Por favor, prove a amostra e marque com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade das características avaliadas.

Amostra: _____

Cor amarela	
	Pouco Muito
Consistência	
	Fraco Forte
Aroma de Baunilha	
	Fraco Forte
Sabor de Baunilha	
	Fraco Forte
Gosto doce	
	Fraco Forte
Sabor de CPS	
	Fraco Forte
Sabor de Creme de Leite	
	Fraco Forte
Cremosidade	
	Fraco Forte
Adesividade	
	Fraco Forte
Espalhabilidade	
	Fraco Forte

Figura 12 - Modelo da ficha da ADQ empregada no teste preliminar e na avaliação final das amostras

3.4.1.3. Seleção dos Julgadores

Houve a desistência de 3 julgadores anteriormente a etapa de seleção final, deste modo, após o treinamento, avaliou-se o desempenho de uma equipe formada por 17 pessoas. Os julgadores foram selecionados de acordo com sua capacidade de discriminar as amostras e repetir os resultados como definido por Damásio e Costell, 1991. Por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e repetição) por julgador e para cada atributo sensorial, verificou-se o poder de discriminação (Tabela 14) e repetibilidade (Tabela 15) dos julgadores.

Com base nestes resultados foram selecionados dez julgadores (J3, J4, J5, J6, J7, J8, J12, J13, J14 e J16) para compor a equipe para avaliação final das cinco formulações de sorvete.

Tabela 14 - Níveis de probabilidade de $F_{AMOSTRA}$ dos julgadores para os atributos sensoriais dos sorvetes

Julgador	Cor amarela	Consistência	Aroma de Baunilha	Gosto Doce	Sabor de Baunilha	Sabor de CPS	Sabor de Creme de Leite	Creiosidade	Adesividade	Espalhabilidade
J1*	0,7382	0,1319	0,3039	0,3226	0,3472	0,1678	0,7536	0,5090	0,3974	0,6539
J2*	0,0035	0,0426	0,8631	0,4006	0,8690	0,0127	0,0066	0,5470	0,0005	0,0101
J3	0,4946	0,3670	0,4013	0,0711	0,0204	0,0140	0,0267	0,1775	0,1558	0,1971
J4	<0,0001	0,0013	0,4742	0,0287	0,0285	0,0003	0,1838	0,0008	0,0003	0,0018
J5	0,0487	0,0052	0,3259	0,1893	0,0206	0,0028	0,0572	0,0004	0,0217	0,0023
J6	0,0002	0,0003	0,0002	0,0095	0,0034	<,0001	0,0004	0,0007	0,0006	<,0001
J7	0,0612	0,1661	0,0659	0,3648	0,0022	0,0008	0,4091	0,0008	0,4978	0,3391
J8	0,0881	0,0329	0,1532	0,0886	0,0036	0,0659	0,0100	0,0176	0,0937	0,0230
J9*	0,0038	0,3970	0,0170	0,6815	0,9295	0,0228	0,3479	0,2357	0,4045	0,0321
J10*	0,2277	0,0224	0,8586	0,2202	0,8874	0,5683	0,0201	0,0239	0,0171	0,0013
J11*	0,0333	0,1351	0,1681	0,1201	0,1434	0,1837	0,0504	0,8266	0,0188	0,0174
J12	0,0041	0,0107	0,4262	0,4145	0,1737	0,0010	0,0011	0,0021	0,0003	0,0033
J13	0,0110	0,0541	0,1261	0,1204	0,2001	0,1629	0,0138	0,0007	0,1858	0,0279
J14	0,0625	0,0022	0,0263	0,0034	0,0026	0,0004	0,0016	0,0009	0,0011	0,0137
J15*	0,1644	0,0327	0,2265	0,7073	0,6792	0,5273	0,9124	0,7637	0,1957	0,9828
J16	0,3564	0,0703	0,1901	0,1461	0,0443	0,0770	0,1125	0,2124	0,1293	0,1663
J17*	0,0031	0,0966	0,3421	0,6631	0,0098	0,5132	0,1134	0,5490	0,0870	0,5523

*Julgador dispensado por não atender aos requisitos

Tabela 15 - Níveis de probabilidade de $F_{\text{REPETIÇÃO}}$ dos julgadores para os atributos sensoriais dos sorvetes

Julgador	Cor amarela	Consistência	Aroma de Baunilha	Gosto Doce	Sabor de Baunilha	Sabor de CPS	Sabor de Creme de Leite	Creiosidade	Adesividade	Espalhabilidade
J1*	0,5738	0,4774	0,6364	0,8328	0,7421	0,4353	0,9880	0,8954	0,8457	0,9992
J2*	0,0703	0,9537	0,9713	0,7824	0,8690	0,5103	0,3466	0,5287	0,8750	0,6379
J3	0,6578	0,6634	0,8563	0,4381	0,7725	0,9784	0,6791	0,4756	0,4847	0,5307
J4	0,0714	0,5000	0,6823	0,3566	0,7813	0,8636	0,5057	0,0871	0,7308	0,8400
J5	0,7249	0,6176	0,7644	0,4711	0,2246	0,6579	0,5338	0,1522	0,4795	0,3152
J6	0,0946	0,3120	0,0577	0,5643	0,1136	0,5000	0,2692	0,1227	0,0839	0,2000
J7	0,3050	0,3116	0,4062	0,5448	0,2346	0,7400	0,9554	0,2872	0,2935	0,1784
J8	0,6030	0,4398	0,3297	0,2850	0,0681	0,5402	0,4260	0,8816	0,6570	0,7625
J9*	0,0042	0,1178	0,0324	0,1598	0,3561	0,7618	0,5274	0,0422	0,0350	0,2412
J10*	0,5499	0,2860	0,6657	0,0891	0,5400	0,8865	0,3631	0,0671	0,1579	0,0193
J11*	0,5441	0,5643	0,3154	0,1105	0,3317	0,8977	0,3904	0,8144	0,1957	0,0402
J12	0,2692	0,4890	0,6728	0,5036	0,2289	0,3451	0,3500	0,3000	0,1364	0,3370
J13	0,2923	0,4394	0,7149	0,2914	0,6728	0,3930	0,5643	0,1522	0,7248	0,4123
J14	0,1384	0,9286	0,5000	0,6125	0,8000	0,3393	0,0854	0,2500	0,2868	0,6684
J15*	0,0936	0,3766	0,4176	0,9874	0,7277	0,9121	0,9159	0,9667	0,2674	0,7646
J16	0,2614	0,2353	0,7198	0,5540	0,5568	0,6009	0,5393	0,4345	0,4021	0,4483
J17*	0,0098	0,2256	0,1876	0,3406	0,0877	0,1986	0,0072	0,5321	0,6290	0,4500

*Julgador dispensado por não atender aos requisitos

3.4.1.4. Avaliação Final das amostras

Os resultados da ADQ foram analisados por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e julgador) e interação amostra x julgador. Dentre os dez atributos avaliados, apenas o atributo sabor de CPS não demonstrou haver efeito significativo ($p > 0,05$) da interação amostra*julgador (Tabela 16). Para os atributos que apresentaram interação significativa, o teste para efeito de amostras foi realizado novamente, utilizando o quadrado médio da interação amostra x julgador como denominador (F versus interação), como proposto por STONE e SIDEL (1974).

A existência de interação indica que há pelo menos um julgador avaliando as amostras de forma diferente da equipe. Tal ocorrência é difícil de ser evitada na análise sensorial (SILVA & DAMASIO, 1994).

Houve diferença significativa, entre pelo menos duas amostras, para todos os atributos avaliados a 0,02% de significância pelo teste F.

A Figura 13 é uma projeção dos resultados obtidos da análise de componentes principais (ACP) para as formulações de sorvete. O primeiro componente principal explicou 97,86% da variação dos resultados obtidos sendo suficiente para discriminar as amostras em relação aos atributos sensoriais.

Observa-se que a distribuição das amostras em relação ao primeiro componente principal está relacionada com o teor de gordura. Deste modo, quanto maior o teor de gordura menor o escore obtido no componente. A formulação ST, seguida da SL25 encontram-se dispersas negativamente em relação ao primeiro componente principal. A SL50 está localizada na região central do gráfico e as SL75 e SL99 dispersas positivamente em relação ao primeiro componente.

Tabela 16 - Resumo da ANOVA para os atributos sensoriais das formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

Atributo	FV	GL	QM	Versus Resíduo		Versus Interação	
				F	p-valor	F	p-valor
Cor amarela	A	4	122,4392	47,35*	<0,0001	14,99*	<0,0001
	J	9	39,5301	15,29			
	A*J	36	8,1670	3,16*	<0,0001		
	Resíduo	150	2,5858				
Consistência	A	4	177,4007	46,18*	<0,0001	17,13*	<,0001
	J	9	14,2100	3,70			
	A*J	36	10,3542	2,70*	<0,0001		
	Resíduo	150	3,8416				
Aroma de Baunilha	A	4	25,6388	7,91*	<0,0001	4,81*	0,0033
	J	9	40,6855	12,55			
	A*L	36	5,3339	1,65*	0,0207		
	Resíduo	150	3,2412				
Gosto doce	A	4	24,7183	9,92*	<0,0001	3,15*	0,0255
	J	9	55,4912	22,27			
	A*J	36	7,8424	3,15*	<0,0001		
	Resíduo	150	2,4915				
Sabor de Baunilha	A	4	81,3604	31,43*	<0,0001	12,42*	<0,0001
	J	9	34,5341	13,34			
	A*J	36	6,5493	2,53*	<0,0001		
	Resíduo	150	2,5887				
Sabor de CPS	A	4	392,3882	111,94*	<0,0001		
	J	9	18,9571	5,41			
	A*J	36	4,2568	1,21 ^{ns}	0,2102		
	Resíduo	150	3,5053				

Sabor de Creme de Leite	A	4	207,6013	66,39*	<0,0001	24,06*	<0,0001
	J	9	22,7646	7,28			
	A*J	36	8,6296	2,76	<0,0001		
	Resíduo	150	3,1270				
Cremosidade	A	4	202,1895	55,27*	<0,0001	24,63*	<0,0001
	J	9	25,4428	6,95			
	A*J	36	8,2076	2,24	0,0004		
	Resíduo	150	3,6582				
Adesividade	A	4	212,8508	45,85*	<0,0001	25,8*2	<0,0001
	J	9	18,9254	4,08			
	A*J	36	8,2431	1,78	0,0092		
	Resíduo	150	4,642233				
Espalhabilidade	A	4	231,3754	61,12*	<0,0001	23,81*	<0,0001
	J	9	22,8011	6,02			
	A*J	36	9,71659	2,57	<0,0001		
	Resíduo	150	3,7856				

A = Amostra; J= Julgador; A*J=Interação Amostra versus Julgador; *significativo ao nível de 5 % de probabilidade; ns= não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

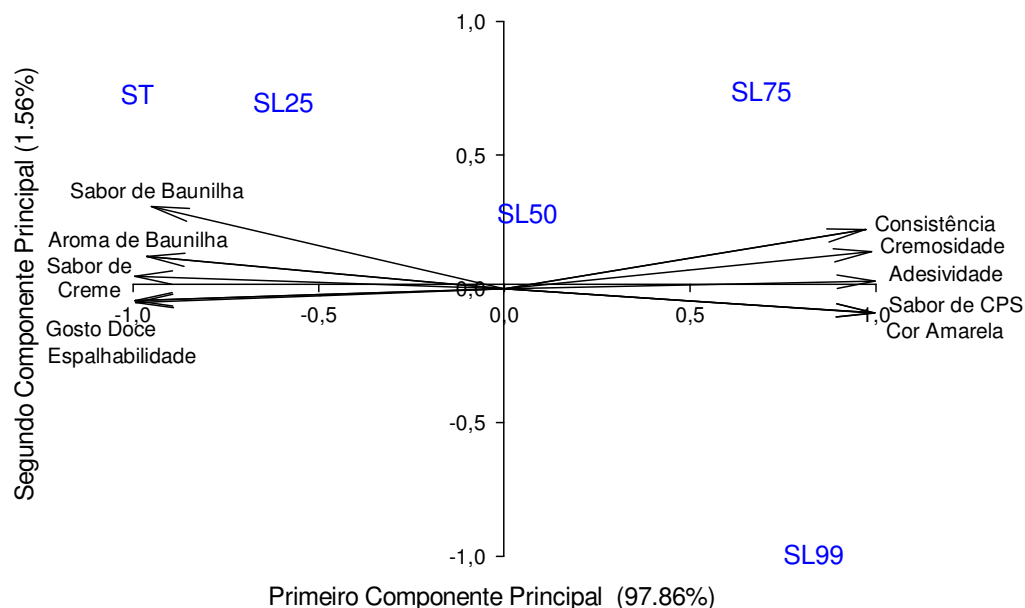


Figura 13 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais do perfil sensorial das formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

Na Figura 13, além da dispersão das cinco amostras em relação ao primeiro componente principal, temos também as correlações entre os atributos sensoriais e este componente. Nesta representação, 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 ($p < 0,0132$) com o primeiro componente principal (Tabela 17). Portanto, pela ACP apenas uma dimensão foi identificada e está associada com o teor de gordura e conseqüentemente com a concentração de CPS 80 dos sorvetes.

Estes resultados sugerem que os atributos cremosidade, consistência, adesividade, sabor de CPS e cor amarela (correlações positivas com o primeiro componente principal) aumentaram com a redução do teor de gordura. Deste modo estão presentes em maior intensidade na formulação SL99 e menor na ST. Em relação aos atributos sabor de baunilha, aroma de baunilha, sabor de creme, gosto doce e espalhabilidade (correlações negativas com o primeiro componente principal) o comportamento apresentado foi oposto ao anterior. A

formulação ST apresentou maior intensidade destes atributos e SL99 menor intensidade.

Tabela 17 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

Atributos Sensoriais	Componentes Principais			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Cor Amarela	0,9951	0,0004	-0,0900	0,8855
Consistência	0,9711	0,0059	0,2221	0,7196
Aroma de Baunilha	-0,96211	0,0088	0,1208	0,8466
Gosto Doce	-0,9947	0,0005	-0,0434	0,9448
Sabor de Baunilha	-0,95029	0,0132	0,3080	0,6142
Sabor de CPS	0,9959	0,0003	-0,0904	0,8851
Sabor de Creme de Leite	-0,9954	0,0004	0,0470	0,9402
Creiosidade	0,9880	0,0016	0,1387	0,8240
Adesividade	-0,9928	0,0002	0,0292	0,9629
Espalhabilidade	0,9951	0,0007	-0,0514	0,9349

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

Para melhor compreensão da variação dos escores dos atributos sensoriais em relação às formulações de sorvete, a influência do teor de gordura nos atributos foi modelada estatisticamente por meio das equações apresentadas na Tabela 18. Os modelos foram testados quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão e também apresentaram coeficiente de exatidão acima de 88%.

Tabela 18 - Modelagem estatística do efeito da gordura nos atributos sensoriais dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

Atributo	Modelo	R ²
Cor Amarela	$Y = -0,47199 \cdot G + 6,29874$	0,9804
Aroma de Baunilha	$Y = 0,20214 \cdot G + 1,33364$	0,8886
Gosto Doce	$Y = 0,20110 \cdot G + 3,79257$	0,9935
Sabor de Baunilha	$Y = 0,36478 \cdot G + 1,13903$	0,9181
Sabor de Creme de Leite	$Y = 0,60761 \cdot G + 0,41809$	0,9695
Creiosidade	$Y = -0,59658 \cdot G + 7,98567$	0,9611
Adesividade	$Y = -0,61399 \cdot G + 7,84209$	0,9773

G: Teor de Gordura; R² : coeficiente de determinação.

Os atributos consistência, sabor de CPS e espalhabilidade apresentaram falta de ajuste significativa ($p < 0,05$), não sendo obtidos modelos estatísticos para estes atributos.

Em relação à cremosidade e a adesividade houve uma diminuição destes atributos em função do aumento do teor de gordura e conseqüente diminuição do teor de CPS80. Schmit, 1994 e Walstra and Jonkman, 1998 concluíram em seus estudos que as proteínas do soro de leite contribuem no desenvolvimento da estrutura no sorvete devido as suas propriedades de emulsificação, batimento e capacidade de retenção de água. Contudo, como observado por Yilsay et al. 2006, sorvetes com baixo teor de gordura podem ter sérios problemas relacionados a textura devido à redução ou ausência da rede de gordura na estrutura do produto.

A percepção diferenciada do aroma e sabor de baunilha e do gosto doce entre as formulações ocorreu apesar de todas as formulações possuírem o mesmo teor de essência de baunilha, sacarose, xarope de glicose e FOS (Tabela 2). No entanto, existem algumas suposições que explicam a ocorrência deste fenômeno.

Uma primeira explicação seria a influência do sabor de CPS80 muito intenso para as formulações SL75 e SL99 que interfeririam na percepção dos

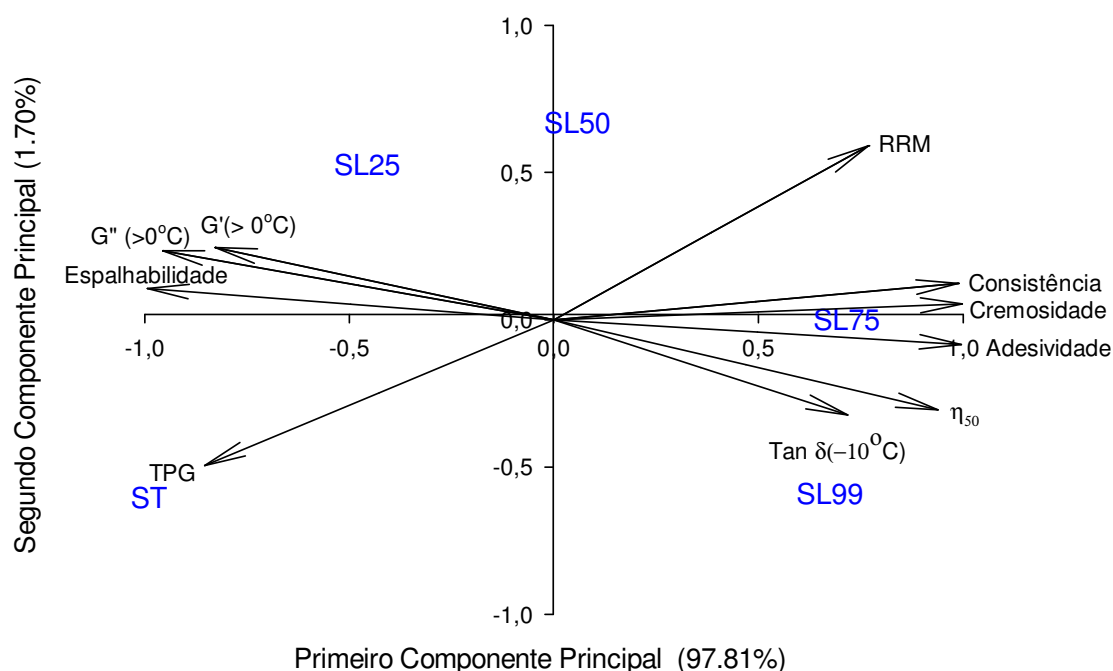
outros atributos de sabor, uma vez que Roland et al. (1999) e Li et al. (1997) não observaram que o teor de gordura interferiu na percepção do gosto doce em sorvetes com diferentes teores de gordura que não utilizavam substituintes. No entanto, FRØST et al, 2005 observaram que a redução de gordura em sorvetes reduzia a percepção do sabor de baunilha. Os resultados de Patel et al (2006) mostraram que a percepção do aroma e sabor de baunilha podem ser mascarados quando se utilizam altas concentrações de CPS, concluindo que nestes produtos a concentração de essência de baunilha deve ser aumentada.

Outras razões apontadas por Li et al (1997) para a diminuição na percepção do sabores seria a influência da sensação de refrescância, aumentada para os sorvetes com menores teores de gordura, e a alteração na textura das amostras causando uma menor dispersão dos compostos saborizantes na língua, resultando na diminuição significativa na percepção dos sabores (VAN RUTH, DE WITTE, & URIARTE, 2004). Além disso, muitos compostos aromáticos são substâncias lipofílicas tornando a gordura um componente carreador dos componentes flavorizantes no sorvete (HYVONEN et al., 2003) .

Em relação ao aroma de baunilha, 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.

3.4.1. Correlação dos atributos sensoriais de textura com medidas reológicas e taxa de derretimento

A Figura 14 representa a Análise de Componentes Principais (ACP) das medidas reológicas, dos atributos de textura sensorial e parâmetros de medida do derretimento avaliados no estudo.



ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

Figura 14 - Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais das medidas instrumentais, sensoriais e derretimento das formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

Como o primeiro componente explicou 97,81% da variância apenas uma dimensão será considerada.

Os atributos sensoriais consistência, cremosidade, adesividade, e a medida instrumental viscosidade aparente apresentaram correlação positiva ($p < 0,05$) com o primeiro componente principal (Tabela 21), indicando que estas apresentam uma mesma tendência linear e sugerindo que também possuem correlação entre si, uma vez que se encontram correlacionados positivamente com o mesmo componente principal.

O atributo sensorial espalhabilidade e a medida instrumental $G'' (> 0^\circ\text{C})$ apresentaram correlação negativa ($p < 0,05$) com o primeiro componente principal (Tabela 19), o que sugere correlação entre estas medidas.

Tabela 19 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos (sensoriais e instrumentais) e os dois primeiros componentes principais.

	Componentes Principais			
	CP1		CP2	
	R	p-valor	R	p-valor
Consistência	0,98762	0,0017	0,12309	0,8437
Creiosidade	0,99761	0,0001	0,05365	0,9317
Adesividade	0,99532	0,0004	-0,08491	0,8920
Espalhabilidade	-0,99348	0,0006	0,10609	0,8652
G' (> 0 °C)	-0,82716	0,1040	0,24504	0,6912
G'' (> 0 °C)	-0,95586	0,0111	0,23391	0,7049
Tan δ (-10 °C)	0,71777	0,1722	-0,32364	0,5952
η ₅₀	0,93845	0,0182	-0,30579	0,6168
TPG	-0,85359	0,1058	-0,49536	0,3961
RRM	0,76869	0,1288	0,59116	0,2938

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

As análises de correlação (Pearson) entre as medidas sensoriais e instrumentais estão demonstradas na Tabela 20. O coeficiente de correlação confirmou as correlações sugeridas pela ACP, ou seja, a medida de textura instrumental viscosidade aparente, apresentou correlação positiva ($p < 0,05$) com os atributos de cremosidade, adesividade e negativa para o atributo espalhabilidade, portanto, pode prever o comportamento sensorial dos sorvetes quanto à estes atributos sensoriais. Já o atributo espalhabilidade sensorial apresentou correlação direta com G'' (>0 °C) indicando que esta medida pode ser utilizada para representar este atributo. Além disso, o módulo de perda G'' apresentou correlação negativa ($p < 0,05$) para os atributos cremosidade e adesividade, podendo também prever tais atributos.

Tabela 20 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre as medidas instrumentais e sensoriais determinadas a temperatura maior que -1°C.

Medidas Instrumentais	Medidas Sensoriais					
	Cremosidade		Adesividade		Espalhabilidade	
	R	p-valor	R	p-valor	R	p-valor
G' (> 0°C)	-0,83384	0,0792	-0,86734	0,0568	0,83225	0,0804
G'' (> 0°C)	-0,94236	0,0165	-0,97464	0,0048	0,97776	0,0040
η_{50}	0,92477	0,0245	0,96640	0,0074	-0,96382	0,0082
TPG	-0,87929	0,0894	-0,81056	0,1061	0,79863	0,1001
RRM	0,80494	0,1003	0,72365	0,1670	-0,70102	0,1872

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

BahramParvar, Razavi, Khodaparast (2010) avaliando a influência da adição de alguns hidrocolóides em sorvetes, também observaram a correlação da medida instrumental viscosidade aparente com alguns atributos sensoriais, indicando sua capacidade de predizer os atributos sensoriais de diferentes formulações de sorvetes. A espalhabilidade foi correlacionada negativamente com a viscosidade aparente, como no presente estudo. De acordo com os autores, o aumento da concentração de estabilizantes aumenta a viscosidade aparente, diminuindo a espalhabilidade dos produtos. Ainda, a espalhabilidade esta diretamente relacionada com a qualidade da textura de sorvetes. Tanto o derretimento muito demorado, quanto o muito rápido estão associados à defeitos na qualidade neste tipo de produto (Marshall and Arbuckle, 1996).

O modulo de perda G'' à temperaturas superiores a 0°C (sorvete derretido), o qual descreve o comportamento viscoso e a fluidez dos sorvetes pode ser correlacionado com os atributos sensoriais (WILDMOSER, SCHEIWILLER e WINDHAB, 2004). Assim, como observado na ACP e confirmado pela análise de correlação (Pearson), a espalhabilidade aumenta com o aumento dos valores de G'' e a cremosidade e adesividade diminuem.

A consistência, atributo sensorial que foi medido a -10°C, não apresentou correlação significativa ($p > 0,05$) para Tan δ medido à mesma temperatura. Como já mencionado, este fenômeno ocorre, pois à temperatura

de -10°C o comportamento reológico dos sorvetes é principalmente influenciado pela fração de gelo e sua microestrutura (WILDMOSER, SCHEIWILLER e WINDHAB, 2004), de modo que pequenas variações são observadas para produtos com o mesmo teor de água. No entanto uma análise microestrutural deveria ser realizada para a confirmação desta hipótese.

Os valores de TPG e RRM não se correlacionaram ($p>0.10$) com os componentes principais na ACP. Nas análises de correlação (Pearson), apenas o parâmetro TPG se correlacionou negativamente com o atributo cremosidade. Deste modo, tais medidas não apresentam grande capacidade de prever atributos de textura.

Os valores obtidos pela as análises de correlação (Pearson) foram consistentes com o resultado obtido na ACP. A correlação entre medidas instrumental e sensorial fornece informações de uso prático para a indústria de alimentos, uma vez que a partir de medidas da viscosidade aparente, e medidas de componentes de viscoelasticidade (G'') é possível prever os atributos cremosidade, adesividade e espalhabilidade de sorvetes percebidos sensorialmente.

3.4.2. Aceitabilidade Sensorial

Os resultados da aceitabilidade sensorial quanto a porcentagem de aceitação, indiferença e rejeição das cinco formulações de sorvetes em relação a impressão global estão apresentados na Figura 15.

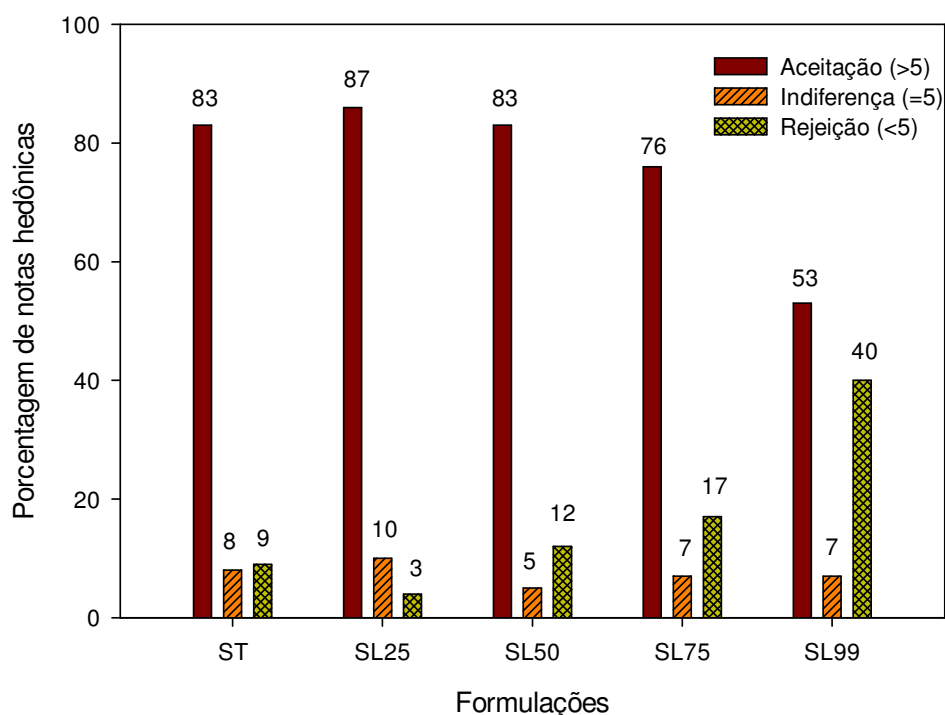


Figura 15 - Porcentagem de aprovação, indiferença e rejeição em relação a aceitação da impressão global dos sorvetes com diferentes teores de gordura e CPS80

As formulações ST, SL25, SL50 e SL75 foram classificados por mais de 75% dos consumidores entre os termos hedônicos “gostei extremamente” e “gostei ligeiramente” (região de aprovação), indicando que foram bem aceitas.

A formulação SL99 apesar de ter apresentado maioria dos escores como de aceitação, obteve também uma elevada frequência de escores de rejeição o que a definiu como a menos aceita pelos consumidores.

A formulação SL25 foi a que obteve a maior frequência de escores de aceitação e menor de rejeição. A formulação SL50 apresentou mesmo número de escores de aceitação que ST, porém obteve um maior escore de rejeição do que esta. Assim nota-se que foi possível produzir um sorvetes *lights* contendo fibras com aceitação igual ou superior ao sorvete tradicional com 10% de gordura.

3.4.2.1. Mapa de preferência interno

Com os dados obtidos no teste de aceitação para as cinco formulações estudadas em relação à impressão global foi realizada a análise de mapa de preferência interno que está apresentado na Figura 16.

O primeiro componente principal explicou 49% da variação da aceitação entre as amostras, enquanto o segundo explicou 21%. Os dois componentes explicaram 70% da variação total dados de aceitação, sendo considerados suficientes para discriminar as amostras quanto a aceitação. A dispersão das amostras na representação gráfica indica a formação de quatro grupos. O primeiro grupo constituído das amostras ST e SL25 presentes no primeiro quadrante. O segundo formado pela amostra SL75 localizada no segundo quadrante. O terceiro formado pela amostra SL99 no terceiro quadrante. E o quarto grupo formado pela amostra SL50 no quarto quadrante.

Cada ponto na Figura 16 representa a correlação entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois primeiros componentes principais, ou seja, cada ponto está associado à avaliação da aceitação de um consumidor. A correlação dos 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.

Pela a análise do mapa de preferência interno podemos observar que houve diferença quanto à aceitação das formulações de sorvete com diferentes teores de gordura. Neste tipo de representação gráfica os consumidores ficam localizados próximos às amostras que mais gostaram. Deste modo, as amostras ST, SL25 e SL50 foram as mais aceitas, e a amostra SL99 foi a menos aceita pelos consumidores.

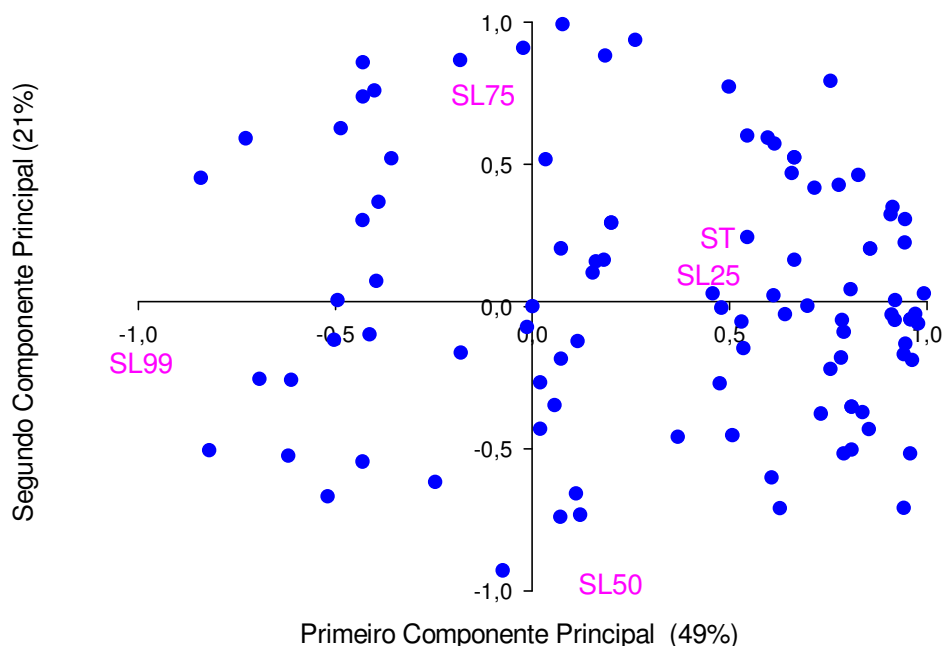


Figura 16 – Mapa de preferência interno para as 5 formulações de sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

Com base nestes resultados a redução do teor de gordura em até 50% com a substituição desta por CPS 80 não significou efeito negativo para a aceitação dos sorvetes. Com isso, nota-se uma elevada aceitação pelos consumidores por sorvetes *lights* contendo fibras. Confirmando que é necessário um adequado balanço de gordura, proteína e carboidratos na produção de sorvete com estrutura desejável (ADAPA, DINGELDEIN e SCHMIDT, 2000).

3.4.3. Correlação dos atributos sensoriais com a aceitabilidade dos sorvetes

Depois de identificada uma diferença entre a aceitação das formulações de sorvete, torna-se necessário avaliar a influência dos atributos sensoriais na aceitação, como direcionador para a produção de sorvete *light* contendo fibras que possuam elevada qualidade sensorial.

Portanto, as análises de correlações (Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais obtidos da

ACP dos dados de aceitação (impressão global) estão ilustradas na Figura 17, onde as características sensoriais estão representadas por vetores e os consumidores por pontos. Cada abscissa e ordenada de um vetor é, respectivamente, a correlação linear entre um atributo e os componentes principais.

Os dois primeiros componentes principais explicaram juntos 70% da variação dos dados, sendo suficiente para analisar a correlação dos atributos sensoriais e dos consumidores com os componentes principais.

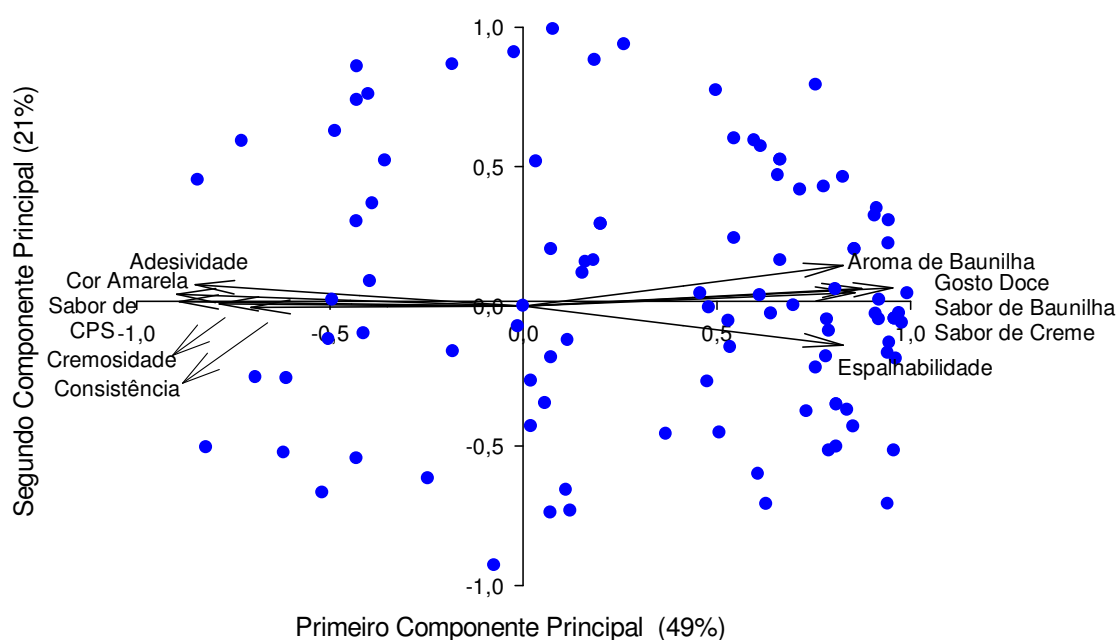


Figura 17 – Representação gráfica das Correlações (Pearson) dos atributos sensoriais e dos consumidores com os componentes principais

Somente os atributos consistência e cremosidade não correlacionaram ($p > 0,10$) com o primeiro componente principal (Tabela 21). Além disso, nenhum atributo correlacionou-se com o segundo componente principal.

Os atributos adesividade, cor amarela e sabor de CPS apresentaram correlação negativa com o primeiro componente principal (Tabela 21) e, portanto, uma maior intensidade destes atributos afeta negativamente a aceitabilidade sensorial, uma vez que grande parte dos consumidores está correlacionada positivamente com o primeiro componente.

Por outro lado, como os atributos aroma e sabor de baunilha, sabor de creme, gosto doce e espalhabilidade correlacionaram positivamente com o

primeiro componente principal (Tabela 21) e a maioria dos consumidores também apresentaram correlação positiva com este componente, o aumento da intensidade destes atributos proporcionará maior aceitabilidade sensorial dos sorvetes dentro dos limites estudados.

Tabela 21 - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais obtidos pela ACP dos dados de aceitação (impressão global)

Atributos Sensoriais	Componentes			
	CP1		CP2	
	r	p-valor	r	p-valor
Cor Amarela	-0,89662	0,0393	0,04221	0,9463
Consistência	-0,70379	0,1847	-0,00398	0,9949
Aroma de Baunilha	0,82590	0,0849	0,14604	0,8147
Gosto Doce	0,87343	0,0530	0,06334	0,9194
Sabor de Baunilha	0,95419	0,0117	0,06545	0,9167
Sabor de CPS	-0,88953	0,0433	0,01676	0,9787
Sabor de Creme de Leite	0,85463	0,0651	0,04937	0,9372
Creiosidade	-0,78592	0,1150	0,00825	0,9895
Adesividade	-0,84802	0,0695	0,07664	0,9025
Espalhabilidade	0,82540	0,0852	-0,13918	0,8234

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

Com isso, a existência de correlação somente com o primeiro principal indicou uma relação direta entre a intensidade do atributo e a aceitabilidade sensorial do sorvete. Porém, avaliando-se as Figuras 15 e 16, observa-se que mesmo a formulação SL50 apresentando uma intensidade intermediária entre os atributos, esta obteve uma boa aceitação pelos consumidores demonstrando possuir uma intensidade limiar dos atributos sensoriais obtidos por meio da ADQ para a obtenção de uma adequada aceitação deste tipo de produto.

A Tabela 22 mostra os valores médios dos atributos sensoriais obtidos por meio da ADQ que apresentaram correlação significativa ($p < 0,10$) com o

primeiro componente principal, representando o valor limiar para a obtenção de um sorvete com adequada qualidade sensorial.

Contudo nota-se que a cremosidade e a consistência não possuíram um valor limitante para aceitação, indicando que a sinergia entre gordura, CPS 80, e FOS foram efetivos para a qualidade destes atributos.

A influência dos atributos adesividade e espalhabilidade na aceitação dos produtos foi consistente com os resultados obtidos por Yilsay et al. (2006) que concluíram que os atributos de textura são importantes fatores que influenciam na aceitação de sorvetes.

Tabela 22 - Intensidade dos atributos sensoriais obtidos por meio da ADQ para cada formulação sorvete com diferentes teores de gordura e CPS80

Atributos Sensoriais	ST	SL25	SL50	SL75	SL99
Cor Amarela	1,81	2,47	3,81	5,25	5,91
Aroma de Baunilha	3,19	3,24	2,03	1,79	1,54
Gosto Doce	5,83	5,39	4,69	4,26	3,92
Sabor de Baunilha	4,36	4,4	2,97	2,31	1,04
Sabor de CPS	0,38	1,4	4,13	6,5	7,63
Sabor de Creme de Leite	6,26	5,49	3,06	1,72	1,10
Adesividade	1,71	3,16	4,61	6,77	7,09
Espalhabilidade	7,39	6,12	4,64	2,09	1,98

ST: 10% G e 0% CPS80; SL25: 7,5% G e 2,5% CPS80; SL50: 5% G e 5% CPS; SL75: 2,5% G e 7,5% CPS80; SL99: 0% G e 10% CPS80

4. CONCLUSÕES

A adição de CPS80 à medida que se diminuía o teor de gordura nos sorvetes resultou em alterações entre as formulações de sorvete para o parâmetro de cor a^* (componente vermelho-verde), na acidez titulável e no teor de cinzas.

Do ponto de vista estrutural, houve efeito da substituição de gordura por CPS 80 nos parâmetros viscosidade aparente (η_{50}) das diferentes formulações de sorvete e de misturas, apresentando maior viscosidade a formulação SL99, evidenciando o papel do CPS 80 na alteração da textura dos produtos.

Nos testes oscilatórios, à baixas temperaturas, não houve grandes variações do comportamento das formulações em função do teor de gordura e adição de CPS 80, evidenciando que nestas temperaturas há uma predominância do comportamento em função dos cristais de gelo e sua microestrutura.

No entanto, foi possível correlacionar, após o derretimento dos sorvetes, valores obtidos do componente viscoso (G'') e os atributos sensoriais cremosidade, adesividade e espalhabilidade. Correlação também observada para a viscosidade aparente (η_{50}). Isto permitiu a obtenção de informações importantes do ponto de vista industrial, visto que medidas instrumentais são mais acessíveis à realidade da indústria.

Em relação aos atributos sensoriais avaliados na ADQ, estes variaram em função do teor de gordura e adição de CPS 80. Contudo ao correlacionarmos os atributos avaliados com a aceitação, têm-se que nem todos os atributos são decisivos na aceitação, como por exemplo a cremosidade e a consistência., indicando que o concentrado protéico foi eficiente na manutenção da qualidade da textura dos sorvetes. Além disso, há um limiar de variação dos atributos levantados, correspondente aos escores obtidos para a formulação SL50, que não refletiram em variação da aceitação global para os sorvetes.

Assim, foi possível a elaboração de sorvete *light* com 50% de redução de gordura contendo fibras e proteínas biotivas com qualidade sensorial semelhante ao sorvete tradicional, mas com considerável melhoria do aporte nutricional.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBUCKLE, W. S. **Ice Cream**. 4. ed. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1986.

ADAPA, S.; DINGELDEIN, H.; SCHMIDT, K. A.; HERALD T. J. Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n.10, 2000.

AKHTAR, M.; MURRAY, B. S.; e DICKINSON, E. Perception of Creaminess of Model Oil-in-Water Dairy Emulsions: Influence of the Shear-Thinning Nature of a Viscosity-Controlling Hydrocolloid. **Food Hydrocolloids**, v.20, p.839–847, 2006.

AOAC., ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16^a ed. Arlington, USA, 1998.

BAHRAMPARVAR, M.; RAZAVI, S.M.A.; KHODAPARAST, M.H.H. Rheological Characterization and Sensory Evaluation of a Typical Soft Ice Cream Made with Selected Food Hydrocolloids. *Food Science and Technology international*, v.16, n.1, p. 79-88, 2010.

BOLLIGER, S.; KORNBRUST, B.; GOFF, H.D.; THARP, B.W.; WINDHAB, E.J. Influence of emulsifiers on ice cream produced by conventional freezing and low-temperature extrusion processing. **International Dairy Journal**, v. 10, n. 7, p. 497-504, 2000.

BRADLEY, R., e SMITH, K. Finding the freezing point of frozen desserts. **Dairy Record**, v.84, p.114–115, 1983.

BRASIL. Portaria n° 27 de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar**. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 266, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set. 2005

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução

Normativa nº 62. **Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água.** Capítulo XV, p. 50-57, 2003.

CANUTO, G. A. B. ; XAVIER, A. A. O. ; NEVES, L. C. ; BENASSI, M. T. . Caracterização físico-química de polpas de frutos da amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1196-1205, 2010.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2.ed. New York: John Wiley, 1957. 611p.

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

EL-NAGAR, G.; CLOWES, G.; TUDORICĂ, C.M.; KURI, V.; BRENNAN, C.S. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v. 55, n. 2, 2002.

FRØST, M. B.; HEYMANN, H.; BREDIE, W.L.P.; DIJKSTERHUIS G.B.; MARTENS, M. Sensory measurement of dynamic flavour intensity in ice cream with different fat levels and flavourings. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 1, p. 305-314, 2005.

GELIN, J.L.; LORIENT, D.; POYEN, L.; RIZZOTTI, R.; DACREMONT, C. e MESTE, M.L. Interactions between food components in ice cream II: structure-texture relationships. **Food Hydrocolloids**, v.10, n.4, p.199-215, 1996.

GOFF, H. D.; SPAGNUOLO, P. Effect of stabilizers on fat destabilization measurements in ice cream. **Milchwissenschaft/ Milk Science International**, v.56, 450–453, 2001.

GOFF, H. D., FRESLON, B., SAHAGIAN, M. E., HAUBER, T. D., STONE, A. P., & STANLEY, D. W. Structural development in ice cream— dynamic rheological measurements. **Journal of Texture Studies**, v. 26, p.517–536, 1995.

GOFF, H.D.; DAVIDSON, V.J.; CAPPI, E. Viscosity of ice cream mix at pasteurization temperatures. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 8, p. 2207-2213, 1994.

GOFF, H.D.; KINSELLA, J.E. e JORDAN, W.K. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2,

p.385-397, 1989.

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREY P.; LANGENDORFF, V.; CANSELLA, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, v. 15, p. 255–262, 2005.

HALL, G. M.; e IGLESIAS, O. Functional properties of dried milk whey. **Food Science and Technology International** , v.3, 381–383, 1997.

HANSEN, A. P.; HEINIS, J. J. Decrease of vanillin flavor perception in the presence of casein and whey proteins. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2936–2940, 1991.

HAULY, M.C.O.; MOSCATTO, J. A. Inulina e Oligofrutose: Uma revisão sobre as propriedades funcionais, efeitos prebióticos e importância na indústria de alimentos. Semina: **Ciências Exatas e tecnológicas**, Londrina, v.23, n.1, p. 105-118, 2002.

HYVONEN, L.; LINNA, M.; TUORILA, H.; e DIJKSTERHUIS, G. Perception of Melting and Flavor Release of Ice Cream Containing Different Types and Contents of Fat. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p. 1130-1138, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V.1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3.ed.São Paulo: IMESP, 1985.p.806-807.

KARACA, O.B.; GÜVEN, M.; YASAR, K.; KAYA, S.; KAHYAOGU, T. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. **International Journal of Dairy Technology**, v 62, n. 1, p. 93-99, 2009.

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.

KINSELLA, J.E. Milk proteins: physicochemical and functional properties. **CRC critical reviews in food science and nutrition**, v.21, n.3, p.197-262, 1984.

INNOCENTE, N.; BIASUTTI, M.; VENIR, E.; SPAZIANI, M.; MARCHESINI, G. Effect of high-pressure homogenization on droplet size distribution and rheological properties of ice cream mixes. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1864–1875, 2009.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 819 p.1998.

LI, Z., MARSHALL; R., HEYMANN, H.; FERNANDO, L. Effect of milk fat content on flavor perception of vanilla ice cream. **Journal of Dairy Science**., v.80 , p.3133-3141, 1997.

LIM, S.Y.; SWANSON, B. G.; ROSS, C. F.; e CLARK S. High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for Improved Body and Texture of Low fat Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v.91, p. 1308–1316, 2008.

LUCEY, J.A. Recent progress on understanding the melting process in cheese. **94th American Oil Chemists' Society annual meeting**, Kansas City, Missouri, United States, May 4–7, 2003.

MACFIE, H. J. H., e THOMSON, D. M. H. Preference mapping and multidimensional scaling. In J. R. PIGGOT (Ed.), **Sensory Analysis of Foods**. London: Elsevier, 2a ed., 1988. 389p.

MARSHALL, R.T. e ARBUCKLE, W.S. **Ice cream**. 5. ed., International Thomson Publishing, 1996.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial – Estudo com Consumidores**. Viçosa, M. Editora da Universidade Federal de Viçosa, p.37, 2010. 308 p.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods: marketing and R & D approaches**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983. 605p.

OLIVEIRA, K. H., SOUZA, J. A. R., MONTEIRO, A. R. Caracterização reológica de sorvetes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n.3, p; 592-598, 2008.

OZDEMIR, C.; DAGDEMIR, E.; OZDEMIR, S.; SAGDIC, O. The effects of using alternative sweeteners to sucrose on ice cream quality. **Journal of Food Quality**, v. 31, n. 4, p. 415–428, 2008.

PARK, S.H.; HONG, G.P.; KIM, J.Y.; CHOI, M.J.; MIM, S.G. The influence of food ,hydrocolloids on changes in the physical properties of ice cream. **Food Science and Biotechnology**, v. 15, n. 5, p. 721-727, 2006.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p385-390, 2003.
PATEL, M. R.; BAER R. J.; ACHARYA M. R. Increasing the Protein Content of Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 5, p. 1400-1406, 2006.

PELAN, M. C.; WATTS, K. M.; CAMPBELL, I. J.; LIPS, A. The stability of aerated milk protein emulsions in the presence of small molecule surfactants. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2631–2638, 1997.

PLUG, H., HARING, P. The role of ingredient–flavour interactions in the development of fat-free foods. **Trends in Food Science & Technology**,v.4, p.150–152, 1993.

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.

RAO, M. A. **Rheology of fluid and semisolid foods**. Food Engineering serie, Springer Science, NY, 2007.

RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos Funcionales y Nutrición Óptima. ¿CERCA O LEJOS?**Revista Española de Salud Pública**, v. 77, n. 3, p. 317-331, 2003.

ROLAND, A. M.; PHILLIPS, L.G.; BOOR, K.J. Effects of Fat Replacers on the Sensory Properties, Color, Melting, and Hardness of Ice Cream1. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n.10, p. 2094-2110, 1999.

ROSSA, P. N.; BURIN V. M. e BORDIGNON-LUIZ, M. T. Effect of microbial transglutaminase on functional and rheological properties of ice cream with different fat contents. **LWT - Food Science and Technology**, p. 1-7, 2012.

SCHMIDT, K.; LUNDY, A.; REYNOLDS, J.; YEE, L. N.; Carbohydrate or protein based fat mimicker effects on ice milk properties. **Journal of Food Science**, v.58, n.4, p. 761- 763, 1993.

SILVA, K. **Sorvetes com diferentes produtos de soro de leite bovino: avaliações sensoriais, físico-químicas e ultra-estruturais**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, 2004.

SILVA, R.,C.S.N. **Caracterização Sensorial e reológica de requeijão light**

adicionado de concentrado protéico de soro. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, 2010.

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

SMITHERS, G.W. Whey and whey proteins – From “gutter-to-gold”. **International Dairy Journal**, v.18, p.695-704, 2008.

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

TUNICK, M. H., Whey Protein Production and Utilization: A Brief History (Chapter 1). In **Whey Processing, Functionality and Health Benefits**, IFT Press e Blackwell publishing, 399p., 2008.

VAN RUTH, S. M., de WITTE, L., & URIARTE, A. R. Volatile flavour analysis and sensory evaluation of custard desserts varying in type and concentration of carboxymethyl cellulose. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, P.8105–8110, 2004.

VASQUES, C. T. **Reologia do suco de goiaba: efeito da diluição e do tamanho de partícula.** Dissertação - (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2003.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; RAMOS, A. M.; CERESINO, E. B.; DINIZ, M. D. M. S.; CAMILLOTO, G. P.; MINIM, L. A. Effect of whey protein concentrate on texture of fat-free desserts: sensory and instrumental measurements. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.2, p.412-418 , 2012.

YILSAY, T. O.; YILMAZ, L.; BAYIZIT, A. A. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream, **Eur. Food Res. Technol.**, v.222, p.171–175, 2006.

WALSTRA, P. e JONKMAN, M.. The role of milkfat and protein in ice cream. Pages 17–24 in Ice Cream. W. Buchheim, ed. International Dairy Federation Special Issue 9803. **International Dairy Federation**, Brussels, Belgium, 1998.

WILDMOSER, H.; SCHEIWILLER, J. WINDHAB, E.J. Impact of disperse microstructure on rheology and quality aspects of ice cream. **LWT** -

Food Science and Technology, v. 37, n. 8, p. 881–891, 2004.

WIT, J. N. Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.3, p.597–608, 1998.

WONG, D.W.S.; CAMIRANT, W.M.; PAVLATH, A.E. Structures and functionalities of milk proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.8, p.807-844, 1996.

CONCLUSÃO GERAL

A partir da avaliação da percepção dos consumidores em relação a diferentes conceitos de sorvetes nota-se um interesse por parte dos consumidores por sorvetes enriquecidos com fibras sendo atribuído a este alimento categorias como boa forma, saudável e bom para o trato digestivo obtendo por parte dos consumidores intenção de compra semelhante ao sorvete tradicional. Além disso, por meio da associação de palavras identifica-se uma necessidade da melhoria da qualidade sensorial de sorvetes com teores reduzidos de caloria.

Neste sentido, para atender as necessidades deste nicho de mercado, desenvolveu-se formulações de sorvetes contendo diferentes teores de gordura (10%, 7,5%, 5,0%, 2,5% e 0,7%) sendo utilizada com substituinte de gordura concentrado protéico (CPS80) para a determinação de uma formulação final de sorvete *light* contendo fibras, mas que mantivesse a aceitação sensorial em relação ao sorvete tradicional.

A formulação SL50 (sorvete *light* com 50% de substituição de gordura por CPS80) apresentou variações em relação a alguns parâmetros reológicos e atributos sensoriais quando comparada a formulação tradicional. O SL50 possuiu maior viscosidade aparente, maior intensidade dos atributos cor amarela, sabor de CPS, cremosidade, adesividade e consistência e menor intensidade dos atributos sabor e aroma de baunilha, gosto doce, sabor de creme e espalhabilidade que a formulação tradicional contendo 10% de gordura. Contudo em termos afetivos esta formulação apresentou aceitação sensorial semelhante aos sorvetes ST e SL25.

Deste modo, com base no aumento da demanda de produtos com o teor reduzido de gordura e com aumento de aporte nutricional, a produção de um sorvete *light* com redução de 50% de gordura contendo fibras e proteínas bioativas, mostra-se tecnologicamente viável para atender esta parcela do mercado, contribuindo para o aumento do consumo de sorvete no país. Contudo, seria necessária ainda a realização de estudos que confirmassem a viabilidade financeira - econômica do produto.

ANEXO A – Delineamento para apresentação das 7 imagens (Conceitos de sorvete)

Consumidor	Ordem de apresentação das imagens						
1	6	5	4	1	3	7	2
2	4	6	3	5	2	1	7
3	3	4	2	6	7	5	1
4	7	2	1	3	5	4	6
5	1	7	5	2	6	3	4
6	5	1	6	7	4	2	3
7	2	3	7	4	1	6	5
8	5	6	1	4	7	3	2
9	3	2	4	7	6	1	5
10	7	1	2	5	3	6	4
11	4	3	6	2	5	7	1
12	2	7	3	1	4	5	6
13	1	5	7	6	2	4	3
14	6	4	5	3	1	2	7
15	6	5	7	3	1	4	2
16	7	6	1	5	2	3	4
17	3	4	5	2	6	1	7
18	1	7	2	6	4	5	3
19	5	3	6	4	7	2	1
20	2	1	4	7	3	6	5
21	4	2	3	1	5	7	6
22	2	4	1	3	7	5	6
23	7	1	6	2	5	4	3
24	4	3	2	5	1	6	7
25	1	2	7	4	6	3	5
26	5	6	3	7	4	1	2
27	6	7	5	1	3	2	4
28	3	5	4	6	2	7	1
29	1	5	6	7	3	2	4
30	7	2	5	4	1	3	6
31	3	6	4	1	2	5	7
32	2	4	7	3	5	6	1
33	6	1	3	5	4	7	2
34	5	7	1	2	6	4	3

35	4	3	2	6	7	1	5
36	5	1	7	6	2	3	4
37	7	5	2	1	4	6	3
38	6	3	1	4	5	2	7
39	3	4	6	2	1	7	5
40	1	6	5	3	7	4	2
41	2	7	4	5	3	1	6
42	4	2	3	7	6	5	1
43	2	5	1	6	7	3	4
44	4	7	3	1	6	2	5
45	5	6	2	3	1	4	7
46	1	2	7	5	4	6	3
47	6	3	5	4	2	7	1
48	3	4	6	7	5	1	2
49	7	1	4	2	3	5	6
50	2	1	5	7	6	4	3
51	3	6	4	5	7	2	1
52	1	7	2	4	5	3	6
53	6	5	3	2	4	1	7
54	5	2	6	1	3	7	4
55	4	3	7	6	1	5	2
56	7	4	1	3	2	6	5

Fonte: Macfie et. al (1989)

ANEXO B – Questionário para levantamento dos dados



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

O Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa, está realizando uma pesquisa com consumidores de sorvete da cidade de Viçosa.

Sua participação é de extrema importância para efetivação do nosso estudo, por isto, gostaríamos que respondesse algumas perguntas. Ressaltamos que a sua identidade será preservada e que as informações coletadas neste estudo serão utilizadas estritamente para esta pesquisa.

1) Dados Pessoais

1. Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino 2. Nasc.:(Ano): _____

3. Estado Civil:

☐ Solteiro ☐ Casado ☐ União estável ☐ Viúvo ☐ Outro

4. Grau de instrução:

☐ 1º grau incompleto ☐ 2º grau completo ☐ Superior
☐ 1º grau completo ☐ 2º grau incompleto ☐ Pós-Graduado

5. Em média, qual categoria de renda familiar mensal, você se enquadra?

☐ R\$ 415,00 a R\$ 679,00 ☐ R\$ 680,00 a R\$961,00
☐ R\$ 962,00 a R\$ 1458,00 ☐ R\$ 1459,00 a R\$2655,00
☐ R\$ 2656,00 a R\$ 4753,00 ☐ R\$ 4754,00 a 8294,00
☐ R\$ 8295,00 a R\$11479,00 ☐ Acima de R\$ 11480,00
☐ Desempregado

6. Quantas pessoas vivem desta renda?

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Outro: _____

7. Utilizando a escala abaixo indique a frequência média com a qual você costuma consumir sorvete.

☐ Todos os dias	☐ De 15 em 15 dias
☐ Três vezes por semana	☐ Uma vez ao mês
☐ Duas vezes por semana	☐ Menos de uma vez ao mês
☐ Uma vez por semana	☐ Nunca consumo

2) Questionário de atitude: Por favor, usando a escala a baixo indique seu grau de concordância ou discordância em relação às afirmativas:

1. Tenho a impressão que me sacrifico muito pela minha saúde.

_____	_____
Discordo Totalmente	Concordo Totalmente

2. Eu me considero muito consciente em relação à saúde.

_____	_____
Discordo Totalmente	Concordo Totalmente

3. Estou preparado (a) para viver muito. Comer o mais saudável possível.

_____	_____
Discordo Totalmente	Concordo Totalmente

4. Acho que eu levo muito em consideração a saúde em minha vida.

Discordo Totalmente Concordo Totalmente

5. Acho importante saber como comer de forma saudável.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

6. Minha saúde é tão importante para mim, que estou preparado (a) para sacrificar muitas coisas por ela.

Discreto Totalmente Concordo Totalmente

7. Tenho a impressão que as outras pessoas dão mais atenção à saúde delas.

Discreto Totalmente Concordo Totalmente

8. Não me pergunto frequentemente se algo é bom para mim, ou não.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

9. Na verdade, não penso com freqüência se tudo o que faço é saudável.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

10. Não quero me perguntar a todo o momento, se as coisas que como são boas para mim ou não.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

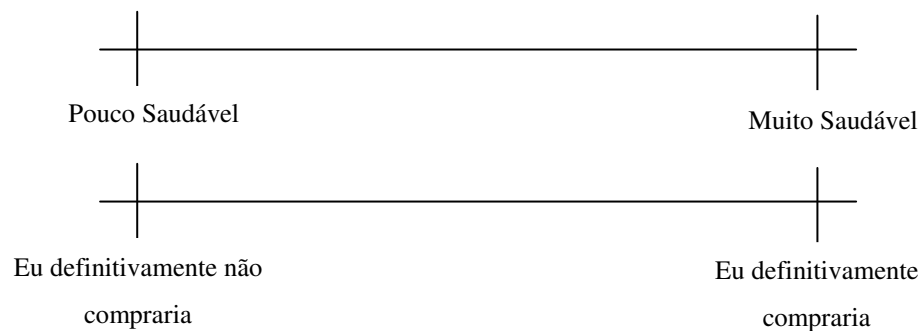
11. Eu me concentro em minha saúde com frequência.

Discreto Totalmente

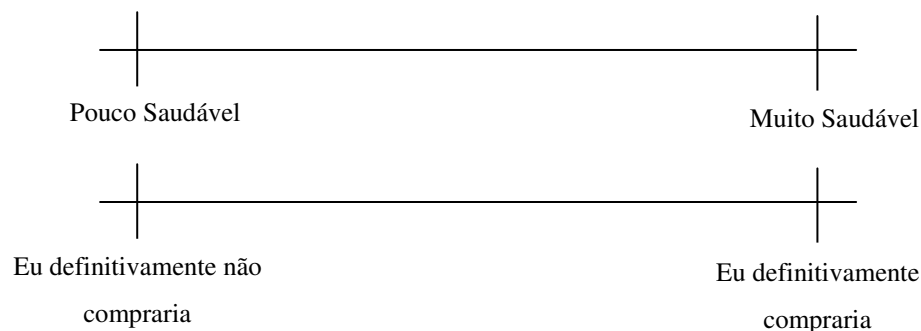
Concordo Totalmente

3) Por favor, usando as escalas abaixo indique quão saudável você considera os seguintes produtos, e se você estaria disposto a adquiri-los.

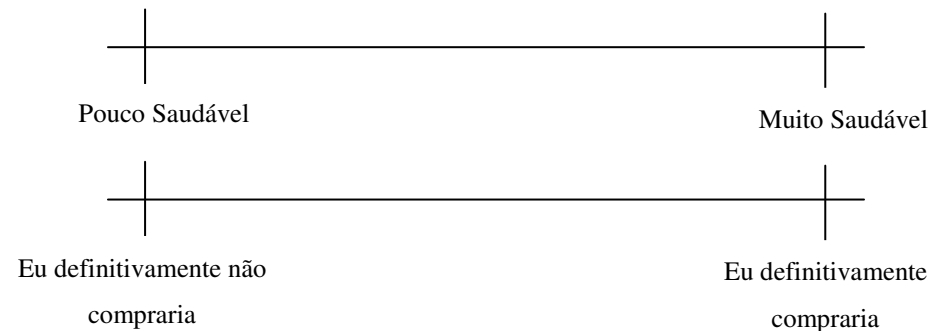
1. SORVETE ENRIQUECIDO COM PROTEÍNAS BIOATIVAS:



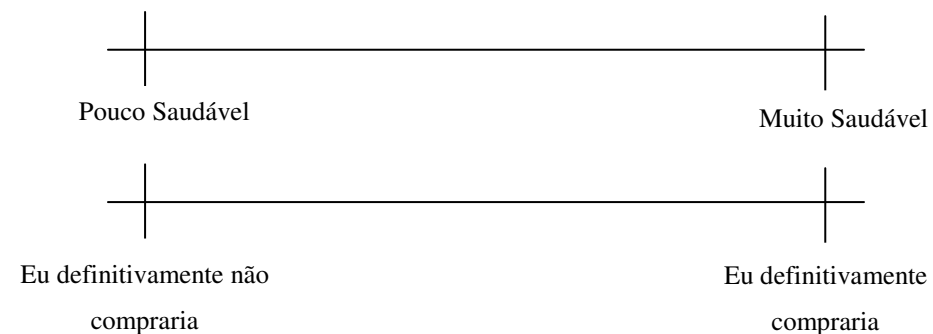
2. SORVETE ENRIQUECIDO COM FIBRAS:



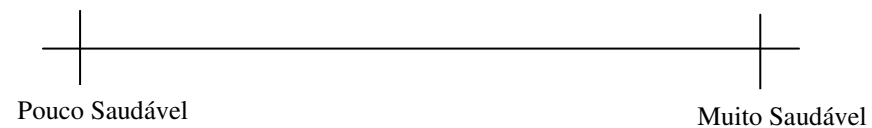
3. SORVETE ZERO% DE AÇÚCAR:



4. SORVETE TRADICIONAL:

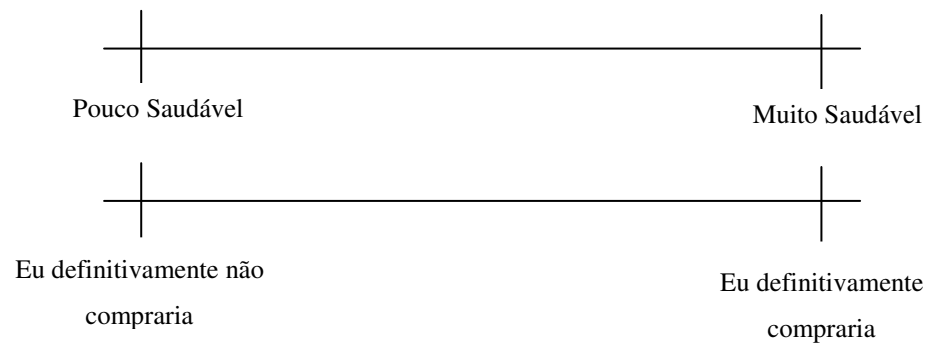


5. SORVETE ZERO% DE GORDURA:

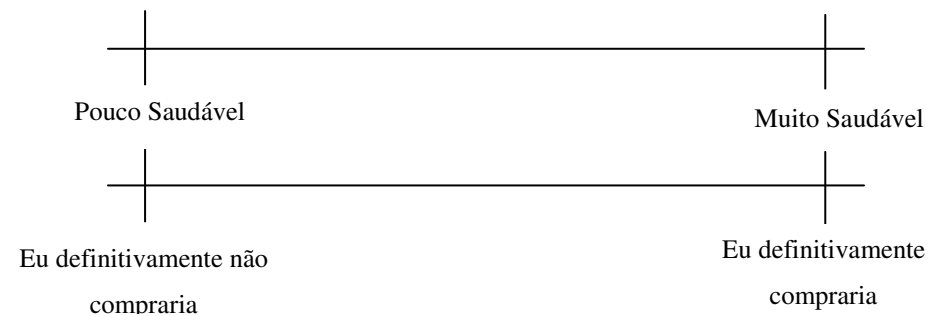




6. SORVETE ENRIQUECIDO COM ÔMEGA-3:



7. SORVETE LIGHT:

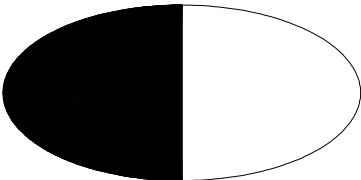
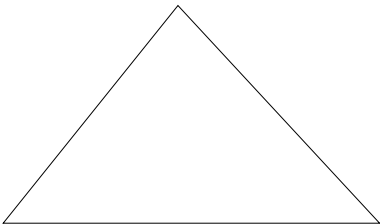
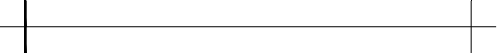
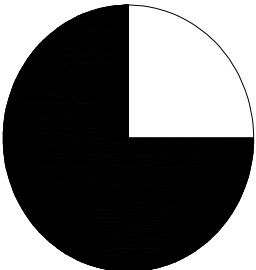
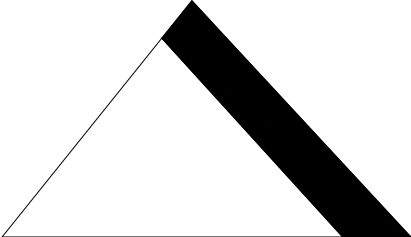


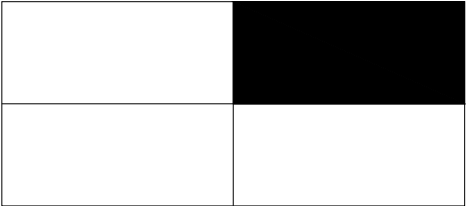
ANEXO C - Questionário de recrutamento de julgadores

RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES					
Neste momento, o Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos - UFV necessita formar uma equipe treinada de degustadores de sorvete. Se você deseja participar desta equipe, por favor, preencha este formulário e retorne-o a Secretaria de Pós-graduação com a Geralda. Se tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em nos contatar.					
Nome:					
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-Indique o quanto você aprecia esse produto:					
Sorvete					
sabor					
baunilha		() Gosto	() Nem gosto/Nem desgosto	() Desgosto	
2 - Cite alimentos e/ou ingredientes que você desgosta muito:					
3 - Cite um alimento que seja consistente:					
4- Cite um alimento que seja cremoso:					
5- Cite um alimento que seja refrescante:					
6-Cite um alimento que seja adstringente:					

7-Marque na linha à direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar).

Exemplos:

	Nenhuma Toda 
	Nenhuma Toda 
Agora é a sua vez:	
	Nenhuma Toda 
	Nenhuma Toda 
	Nenhuma Toda 

		Nenhuma Toda 	
8- Especifique e explique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde.			
9-Você se encontra em dieta por razões de saúde? Em caso de saúde explique, por favor.			
10- Você está tomando alguma medicação que poderia influir em sua capacidade de perceber odores e sabores? Em caso positivo, explique, por favor.			
11-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		Vanelle Maria da Silva	
Laboratório de Análise Sensorial			

ANEXO D - Gráficos de Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento das Misturas e Sorvetes para o modelo de Newton e Lei da Potência

a) Misturas - Modelo de Newton

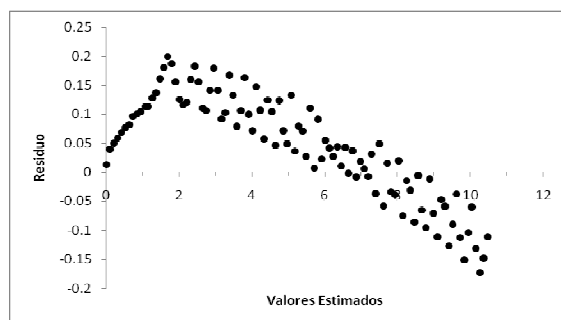


Fig.1 - Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura ST

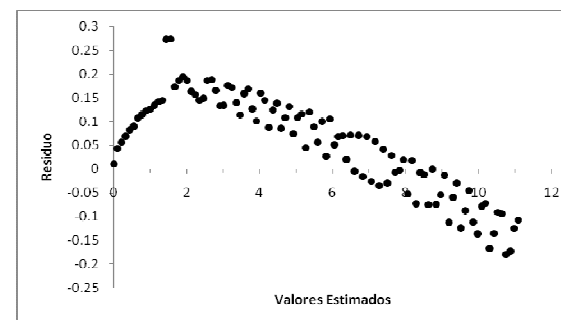


Fig.2 - Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL25

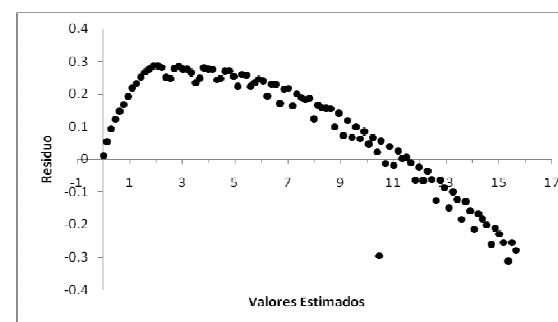


Fig.3 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL50

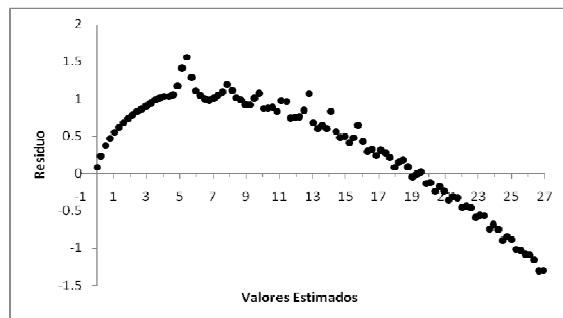


Fig.4 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL75

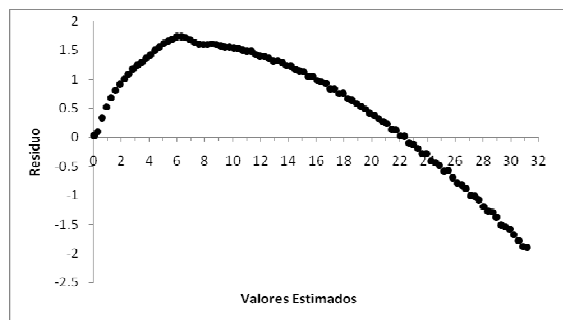


Fig.5 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL99

b) Misturas - Modelo Lei da Potência

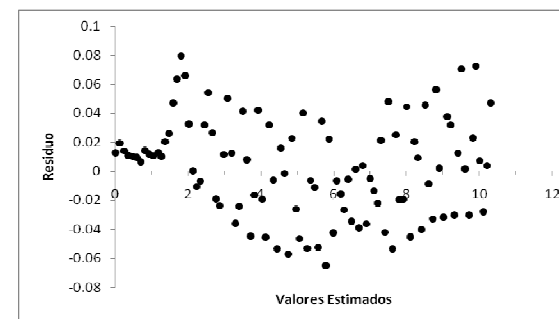


Fig.6 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL75

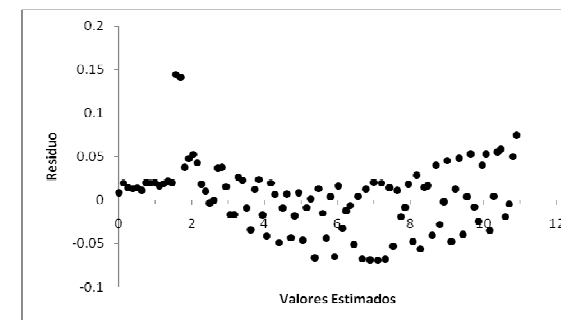


Fig.7 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL25

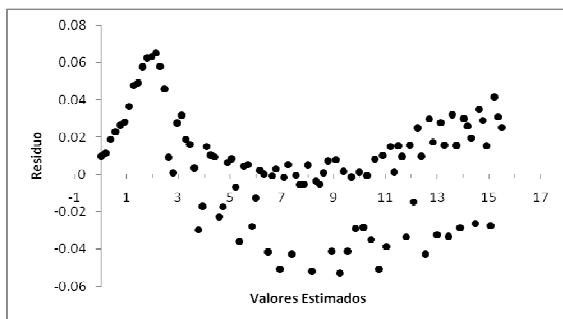


Fig.8 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL50

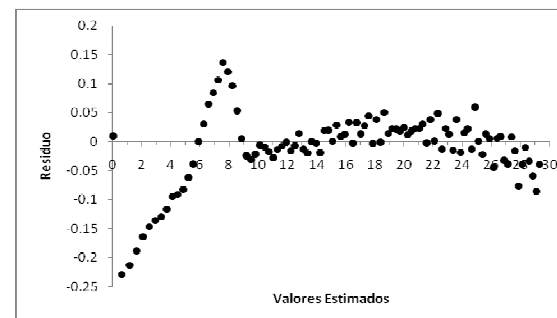


Fig.10–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL99

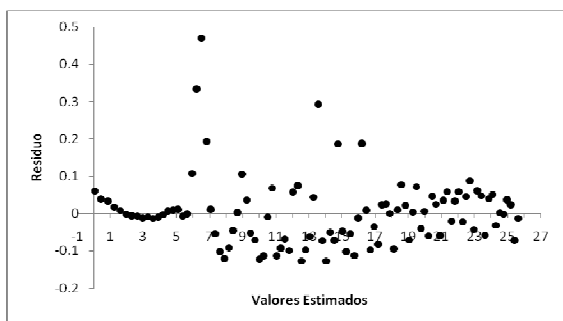


Fig.9 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento da Mistura SL75

c) Sorvete - Lei de Newton

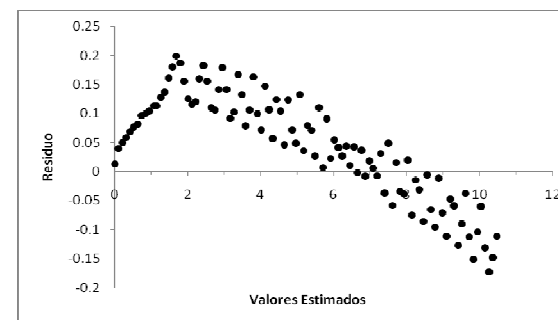


Fig.11–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete ST

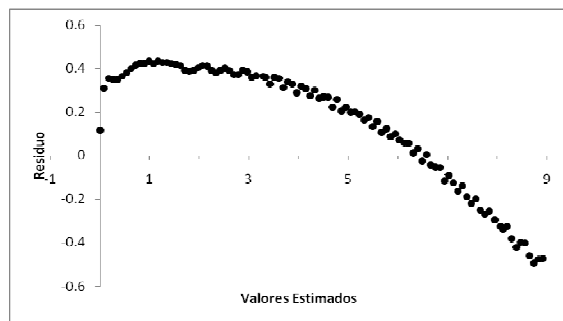


Fig.12–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL25

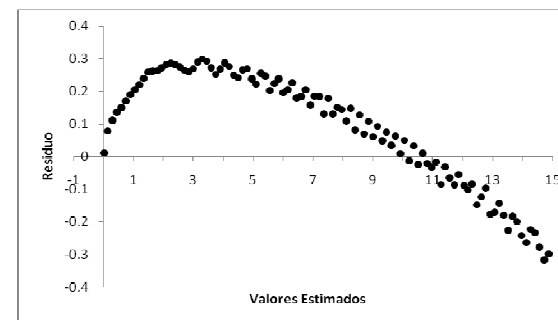


Fig.14–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL75

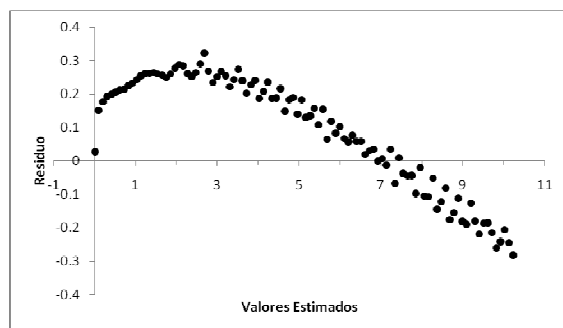


Fig.13–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL50

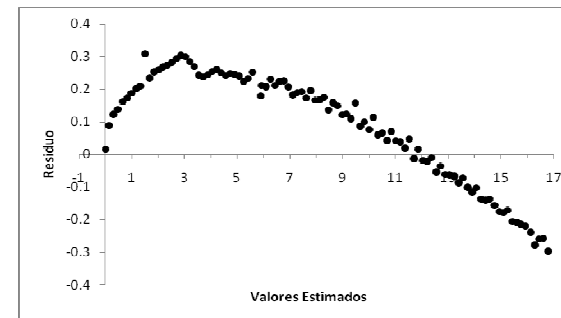


Fig.15–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL99

d) Sorvete – Lei da Potência

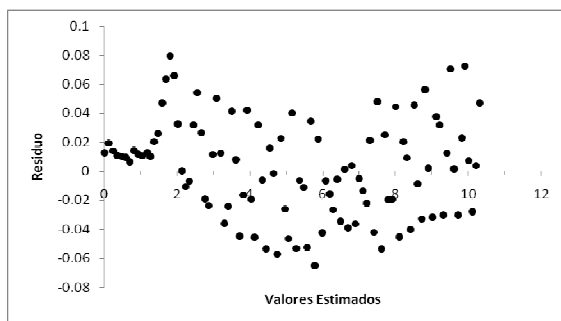


Fig.16–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete ST

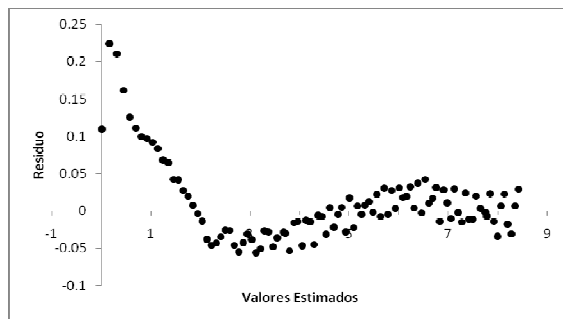


Fig.17–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL25

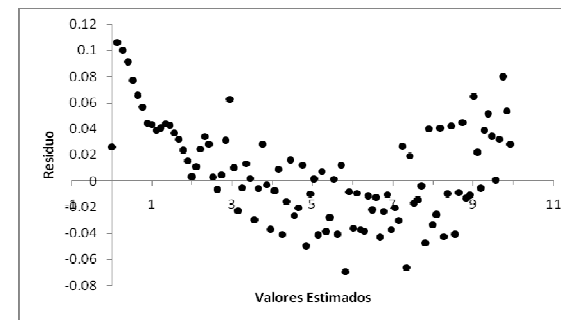


Fig.18–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL50

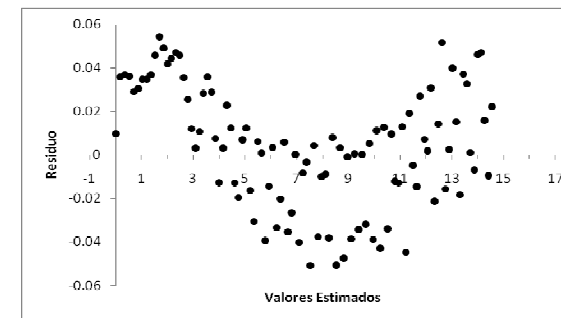


Fig.19–Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL75

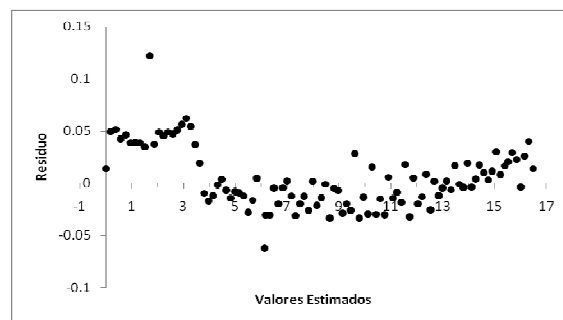


Fig.20 – Resíduo em Função dos Valores Estimados para Tensão de Cisalhamento nas curvas de Escoamento do Sorvete SL99