



JULIANA PEREIRA FERRAZ

PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO E DIRECIONADORES DE PREFERÊNCIA DE  
SORVETE DE CREME COM FRUTO – OLIGOSSACARÍDEO E DIFERENTES  
EDULCORANTES.

CAMPINAS,

2013

i





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JULIANA PEREIRA FERRAZ

PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO E DIRECIONADORES DE PREFERÊNCIA DE  
SORVETE DE CREME COM FRUTO – OLIGOSSACARÍDEO E DIFERENTES  
EDULCORANTES.

Orientadora: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Helena Maria André Bolini

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Mestra em Alimentos e Nutrição na área de concentração Consumo e Qualidade de alimentos.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO  
DEFENDIDA PELA JULIANA PEREIRA FERRAZ  
E ORIENTADA PELA PROFA.DRA.HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI  
Assinatura do Orientador

---

CAMPINAS  
2013  
iii

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
MÁRCIA REGINA GARBELINI SEVILLANO – CRB8/3647- BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

F413p Ferraz, Juliana Pereira, 1989-  
Perfil sensorial descritivo e direcionadores de preferência de sorvete de creme com fruto-oligossacarídeo e diferentes edulcorantes / Juliana Pereira Ferraz. -- Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Helena Maria André Bolini.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Sorvetes - Indústria. 2. Prebióticos. 3. Edulcorantes. 4. Avaliação sensorial. 5. Fruto-oligossacarídeos. I. Bolini, Helena Maria André, 1961- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em inglês:** Descriptive sensory profile and drivers of preference vanilla ice cream with fructo-oligosaccharide and different sweeteners

**Palavras-chave em inglês:**

Ice cream - Industry

Prebiotics

Sweeteners

Sensory analysis

Fructo-oligosaccharide

**Área de concentração:** Consumo e Qualidade de Alimentos

**Titulação:** Mestra em Alimentos e Nutrição

**Banca examinadora:**

Helena Maria André Bolini [Orientador]

Ilana Racowski

Jorge Herman Behrens

**Data da defesa:** 27-02-2013

**Programa de Pós Graduação:** Alimentos e Nutrição

## **Banca Examinadora**

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Helena Maria André Bolini

Orientadora

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Ilana Racowski

Membro Titular

Faculdade de Tecnologia Termomecanica – FTT

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Jorge Herman Behrens

Membro Titular

Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Karina de Lemos Sampaio

Membro Suplente

Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Marcia Edilamar Pulzatto

Membro Suplente

Faculdade de Tecnologia Termomecanica – FTT



*O verdadeiro sábio é aquele que se coloca na posição de eterno aprendiz.*

*Sócrates*

*Dedico este trabalho aos meus pais Glicério e Ana,  
por acreditarem no meu sonho e me darem todo  
apoio para que pudesse ser concretizado.  
Aos meus irmãos Karoline, Nathália e Rafael.  
Vocês são e sempre serão o meu bem mais precioso.*

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a *Deus*, por guiar meus passos e se mostra a frente da minha vida em todos os momentos.

Aos meus pais *Ana* e *Glicério*, por me incentivarem e sempre me apoiarem nos estudos, proporcionando que pudesse chegar até aqui; todo meu respeito, amor e admiração.

A *Karol*, *Natháli* e *Rafa* por toda ajuda e amor.

A minha querida orientadora, *Profª Dra. Helena Maria André Bolini*, obrigada pela oportunidade de amadurecimento, aprendizado e amizade durante todas as etapas do trabalho.

Aos meus *tios* que sempre se fizeram presentes nesta etapa, me encorajando e me incentivando a nunca desistir e sempre buscar pelos meus sonhos.

Aos meus *primos* queridos que esperam há dois anos para provar o tão falado sorvete.

Ao *Jeeh* pela disposição e ajuda com seus conhecimentos de informática sempre que precisei.

As amigas *Juliana*, *Natalia*, *Silvana*, *Barbara* e *Evelyn* pela amizade mantida e cada vez mais fortalecida.

Pelas amigas lindas que eu fiz *Bruna*, *Mari* e *Miriam*. Fica mais fácil seguir em frente ao lado de vocês.

Aos amigos do laboratório de Análise Sensorial e do DEPAN *Izabela*, *Elisa*, *Carol*, *Ju (Sul)*, *Ju (Loira)*, *Bruna B.*, *Gisele*, *Erick*, *Adriane*, *Natalia*, *Alessandra*, *Ana*, *Lia*, *Joelma* e *Gislaine*.

As empresas *Embaré*, *Tovani Benzaquen*, *Stevita*, *Clariant* e a *Kerry do Brasil* pela contribuição com os ingredientes usados na formulação.

Aos *membros* da banca examinadora pelas sugestões, discussões e questionamentos.

Ao *Cosme* da SPG pela gentileza e competência sempre que solicitei.

À *Capes* pela bolsa de estudo concedida para a realização deste trabalho.

Finalmente, agradeço aos *provedores*. Obviamente, os mais importantes.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 COMPOSIÇÃO .....	4
2.1.1 Leite.....	4
2.1.2 Composição do leite .....	4
2.2 SORVETE .....	7
2.2.1 Definição .....	7
2.2.2 Classificação.....	8
2.2.3 Valor Nutricional.....	8
2.2.4. Composição do sorvete.....	8
2.2.5. Processamento .....	12
2.2.6. Defeitos.....	14
2.3 PRODUTOS COM BAIXO TEOR DE AÇÚCAR.....	14
2.4 EDULCORANTES .....	16
2.4.1 Sucralose.....	16
2.4.2 Aspartame.....	17
2.4.3 Ciclamato.....	18
2.4.4 Sacarina .....	18
2.4.5 Neotame.....	19
2.4.6 Estévia .....	19
2.4.7 Limites permitidos no Brasil .....	20
2.5 ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	21
2.5.1 Prébióticos .....	24
2.5.1.1 Fruto – oligossacarídeo (FOS).....	26

2.6 ANÁLISE SENSORIAL .....	28
2.6.1 Análises descritivas (ADQ ®).....	31
2.6.2 Análise múltipla de tempo - intensidade .....	33
2.6.3 Análise de aceitação .....	34
2.6.4 Doçura ideal e Estimação de Magnitude .....	35
2.6.5 Regressão por mínimo de quadrados parciais .....	36
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1 MATERIAL .....	38
3.1.1 Matéria-Prima.....	38
3.1.2 Equipamentos .....	38
3.2 MÉTODOS.....	39
3.2.1 Formulação .....	39
Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2005. ....	39
Quantidades utilizadas para obter 500g de calda de sorvete. ..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.2.2. Análises Físico-Químicas.....	41
3.2.2.1. <i>Overrun</i> .....	41
3.2.2.2. Velocidade do Derretimento.....	41
3.2.3. Análise Sensorial .....	42
3.2.3.1 Recrutamento dos provadores .....	42
3.2.3.2 Pré - seleção da equipe para análises de ADQ e TI.....	43
3.2.3.3 Determinação da doçura ideal .....	44
3.2.3.4 Determinação da equivalência de doçura .....	45
3.2.3.5 Análise descritiva quantitativa .....	46
3.2.3.7 Análise de aceitação e atitude de compra.....	49
3.2.3.9 Análises estatísticas .....	51
4.1 TESTES FÍSICO – QUÍMICOS .....	53

4.1.1	Análise da cor .....	53
4.1.2	Textura instrumental.....	54
4.1.3	<i>Overrun</i> .....	55
4.1.4	pH .....	55
4.1.5	Velocidade de derretimento.....	56
4.2	TESTES SENSORIAIS .....	58
4.2.1	Ordenação Preferência.....	58
4.2.2	Doçura ideal.....	59
4.2.3	Pré - seleção da equipe de ADQ e Tempo Intensidade .....	60
4.2.4	Determinação da Equivalência de Doçura no Sorvete de Creme .....	61
4.2.5	Análise Descritiva Quantitativa.....	67
4.2.5.1	Levantamento dos termos descritores .....	68
4.2.5.3	Análise Descritiva das amostras de sorvete.....	78
4.2.6	Análise de Tempo Intensidade .....	84
4.2.6	Aceitação .....	97
4.2.8	Determinação dos atributos mais valorizados pelos consumidores (PLS) .....	108
5.	CONCLUSÃO.....	111
6.	APÊNDICE .....	113
7.	REFERÊNCIAS .....	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma da Fabricação de Sorvete. ....	12
Figura 2. Indicadores antropométricos da população brasileira desde 1974 até 2009. ....	15
Figura 3. Processo de cloração da molécula de sacarose para obtenção de sucralose. ....	17
Figura 4. Fórmula estrutural do aspartame. ....	17
Figura 5. Representação das estruturas químicas da D-glucose, uma aldose (poliidroxialdeído). ....	24
Figura 6. Forma estrutural da celulose ....	25
Figura 7. Fluxograma de processo análise sensorial ....	31
Figura 8. Processo de fabricação do sorvete.....	40
Figura 9. Modelo de ficha utilizado no teste de Doçura Ideal.....	45
Figura 10. Ficha utilizada no teste de equivalência de doçura. ....	46
Figura 11. Ficha sensorial utilizada para levantamento dos termos descritores.....	47
Figura 12. Ficha sensorial utilizada para avaliação dos atributos levantados na ADQ®.....	48
Figura 13. Ficha sensorial utilizada para avaliar a aceitação e intenção de compra dos sorvetes. ....	50
Figura 14. Modelo de ficha utilizado no teste de Ordenação Preferência.....	51
Figura 15. Porcentagem de derretimento dos sorvetes em função do tempo em horas.....	56
Figura 16. Velocidade de derretimento das amostras em função do tempo. ....	57
Figura 17. Análise de regressão linear simples da doçura ideal do sorvete. ....	60
Figura 18. Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de sacarose.....	63
Figura 19. Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de aspartame.....	63
Figura 20. Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de sucralose.....	64

Figura 21. Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de neotame.....	64
Figura 22. Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de estévia no .....	65
Figura 23. Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de ciclamato/ sacarina no sorvete.....	65
Figura 24. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação a sacarose 9%.....	67
Figura 25. Foto da mesa de ADQ® com as referências utilizadas para o treinamento dos provadores na Análise Descritiva Quantitativa. ....	70
Figura 26. Representação dos extremos para a referência de cor amarela. ....	71
Figura 27. Representação dos extremos para a referência de cristais de gelo.....	72
Figura 28. Representação dos extremos para a referência de brilho. ....	72
Figura 29. Representação dos extremo para a referência de cremosidade aparente.....	72
Figura 30. Representação dos extremos para a referência de derretimento. ....	72
Figura 31. Representação dos extremos para a referência aroma de baunilha. ....	72
Figura 32. Representação dos extremos para a referência aroma de leite.....	72
Figura 33. Representação dos extremos para a referência aroma de manteiga. ....	73
Figura 34. Representação dos extremos para a referência de sabor amargo residual.....	73
Figura 35. Representação dos extremos para a referência de sabor doce residual. ....	73
Figura 36. Representação dos extremos para a referência de sabor de baunilha.....	73
Figura 37. Representação dos extremos para a referência de gosto doce.....	73
Figura 38. Representação dos extremos para a referência de sabor de leite. ....	73
Figura 39. Representação dos extremos para a referência de cremosidade - derretimento.....	74
Figura 40. Representação dos extremos para a referência de viscosidade. ....	74

Figura 41. Gráfico radar (aranha) das seis amostras de sorvete. ....	81
Figura 42. Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de sorvete creme.....	82
Figura 43. Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de sorvete creme.....	83
Figura 44. Representação da curva de intensidade de doçura das amostras de sorvete de creme com FOS e diferentes edulcorantes. ....	87
Figura 45. Análise bidimensional dos componentes principais da análise múltipla tempo intensidade para doçura. ....	90
Figura 46. Representação da curva de amargos das amostras.....	92
Figura 47. Análise bidimensional dos componentes principais da análise múltipla tempo intensidade para sabor amargo. ....	94
Figura 48. Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com sacarose.....	95
Figura 49. Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com aspartame.....	96
Figura 50. Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com sucralose .....	96
Figura 51. Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com neotame.....	96
Figura 52. Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com estévia. ....	97
Figura 53. Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com sacarose.....	97
Figura 54. Infográfico de gêneros dos participantes do teste de aceitação para sorvete de creme com diferentes edulcorantes. ....	98
Figura 55. Infográfico da idade dos participantes. ....	98
Figura 56. Representação das notas recebidas para a amostra de sacarose.....	100

Figura 57. Representação das notas recebidas para a amostra de aspartame. ....	100
Figura 58. Representa as notas recebidas para a amostra de sucralose. ....	101
Figura 59. Representação das notas recebidas para a amostra de neotame. ....	102
Figura 60. Representação das notas recebidas para a amostra de estévia. ....	102
Figura 61. Representação das notas recebidas para a amostra de ciclamato/ sacarina 2:1. ....	103
Figura 62. Apresentação da comparação das notas do atributo aparência entre as amostras. ....	104
Figura 63. Apresentação da comparação das notas do atributo aroma entre as amostras. ....	104
Figura 64. Apresentação da comparação das notas do atributo sabor entre as amostras. ....	105
Figura 65. Apresentação da comparação das notas do atributo textura entre as amostras. ....	105
Figura 66. Apresentação da comparação das notas da impressão global entre as amostras. ....	105
Figura 67. Mapa de preferência interno das amostras de sorvetes. ....	106
Figura 68. Representação da intenção de compra dos consumidores perante as amostras de sorvete de creme com FOS e diferentes edulcorantes. ....	107
Figura 69. Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras (A = sacarose; B = aspartame; C = sucralose; D = neotame; E = estévia; F = ciclamato/ sacarina 2:1 em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 70. Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de sorvete com edulcorantes em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação. ....	110
Figura 71: Gráfico para seleção dos provadores utilizando análise sequencial. ....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção mundial de sorvete no ano de 2009 .....	1
Tabela 2. Consumo mundial de sorvete anual por pessoa.....	2
Tabela 3: Características dos diferentes edulcorantes frente seu sabor residual, poder adoçante, calorias e ingestão diária.....	20
Tabela 4. Limite máximo permitido dos edulcorantes. ....	21
Tabela 5. Exemplos de alimentos considerados funcionais .....	23
Tabela 6. Formulação dos sorvetes de creme com FOS desenvolvidos no projeto.....	39
Tabela 7. Porcentagem de edulcorantes no sorvete de creme com FOS .....	39
Tabela 8. Resultado da análise de cor dos sorvetes.....	53
Tabela 9. Resultados da análise de textura do sorvete .....	54
Tabela 10. <i>Overrun</i> das amostras de sorvete.....	55
Tabela 11. pH das amostras de sorvete.....	56
Tabela 12. Resultados da análise de ordenação preferência.....	58
Tabela 13. Concentrações para a equivalência de doçura a 9%. ....	61
Tabela 14. Coeficiente angular, intercepto na ordenada, coeficiente de correlação linear e função de potência (“power function”) dos resultados obtidos nos testes utilizando escala de magnitude, para determinar as equivalências de doçura do aspartame, mistura ciclamato/sacarina 2:1, estévia, sucralose e neotame em relação à concentração de 9% de sacarose no sorvete de creme. ....	62
Tabela 15. Representa os valores para concentração e potência edulcorante obtidos para os edulcorantes.....	66
Tabela 16. Tabela de definições e referências para os termos descritores do sorvete de creme com fruto – oligossacarídeo e diferentes edulcorantes.....	69
Tabela 17. Níveis de significância com base (p) para provadores em função de discriminação das amostras ( $PF_{amostra}$ ). ....	76
Tabela 18. Níveis de significância com base (p) para provadores em função da repetibilidade ( $PF_{repetição}$ ). ....	77

Tabela 19. Médias dos atributos sensoriais para cada amostra através da Análise de Tukey. ....	78
Tabela 20. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras no atributo gosto doce residual ( $F_{amostra}$ )	85
Tabela 21. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras no atributo gosto doce residual ( $F_{repetição}$ )	85
Tabela 22. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras no atributo gosto amargo residual ( $F_{amostra}$ )	86
Tabela 23. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras no atributo gosto amargo residual ( $F_{repetição}$ )	86
Tabela 24. Médias da equipe sensorial para os parâmetros de curva tempo – intensidade para o atributo gosto doce residual. ....	89
Tabela 25. Médias da equipe sensorial para os parâmetros de curva tempo – intensidade para o atributo gosto amargo residual. ....	92
Tabela 26. Notas média das amostras para cada atributo avaliado. ....	99

## RESUMO

O sorvete é um alimento altamente consumido no mundo e a cada ano nota - se que o consumo no Brasil cresce cada vez mais iniciando um processo de transição de um alimento sazonal para um alimento consumido durante o ano todo. Este produto possui uma matriz energética e nutricional altamente complexa, pois trata - se de um produto que contém em sua formulação proteínas, gorduras, açúcares, ar e minerais. O FOS atuou agregando um valor funcional ao produto juntamente com os edulcorantes que tiveram a finalidade de reduzir o valor calórico do produto tornando - o mais saudável e permitindo que portadores de doenças crônicas como os diabéticos e obesos possam consumi - lo. Este trabalho teve como objetivo realizar análises a fim de se desenvolver um sorvete de creme de acordo com as preferências dos consumidores, foi avaliado a partir da análise descritiva quantitativa, análise múltipla de tempo intensidade, análise de aceitação e análises físico - químicas, sendo estas *overrun*, velocidade de derretimento, pH, textura e cor, para que as características do sorvete de creme fossem preservadas com a adição do prebiótico e dos edulcorantes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e testes de médias de Tukey, utilizando o programa estatístico SAS. Com os dados de aceitação foi construído o Mapa de Preferência Interno através do programa XLStat. A análise de aceitação mostrou que todas as amostras foram bem aceitas pelos consumidores, exceto a amostra com estévia em sua formulação que recebeu notas inferiores a seis. Na ADQ<sup>®</sup> as amostras foram diferenciadas pelo gosto amargo, doce residual e gosto doce devido à presença dos edulcorantes na formulação. Na análise Múltipla de Tempo Intensidade foi possível verificar as semelhanças das amostras em relação à intensidade de dulçor e amargor diferenciando - se somente a amostra com estévia que obteve intensidades altas tanto para amargor quanto para dulçor. Podendo - se concluir que a adição do FOS e dos edulcorantes, aspartame, sucralose, neotame e ciclamato/ sacarina na proporção de 2:1 no sorvete de creme não afetou a aceitação das amostras perante aos consumidores, já a amostra com FOS e estévia em sua formulação foi rejeitada pelos consumidores, estes resultados auxilia a indústria de sorvetes, que poderá desenvolver um sorvete com apelo funcional e redução calórica sem influenciar nas características sensoriais e físico - químicas do sorvete de creme atingindo um novo público consumidor.

Palavras - chave: sorvete, análise sensorial, prebiótico, fruto - oligossacarídeo e edulcorantes.

## ABSTRACT

The ice cream is a highly consumed aliment in all around the world and year by year we can notice that brazilian ice cream consumption increases starting a transition process of a seasonal food to a food that is consumed throughout the year. This product has an energetic and nutritional load that is highly complex, because its formulation contains proteins, fats, sugars, minerals and air. The FOS had operated adding a functional value to the product with the sweeteners that had the finality or reduce the product's calories that becomes more healthy and allowing that patients with chronic diseases, like diabetes, can consume the product. This research had as purpose perform analysis in order to develop a product according to the consumers preferences, it had been valued from qualitative descriptive analysis, multiple time-intensity analysis, acceptance analysis and physical - chemical, these being overrun, melting rate, pH, texture and color, in order that the vanilla ice cream characteristics were still the same with the addition of the prebiotic and sweetener. The data were submitted for analysis of variance (ANOVA) and measurements Tukey tests using static programs. The acceptance analysis showed that all the samples were well accepted except the sample with estevia in its formula. In ADQ the samples were differentiated by the bitter or sweet taste. In the analyses multiple of time intensity was possible verifying the sample similarities in relation to sweetness and bitterness. We concluded that the addition of FOS, sweeteners, aspartame, sucralose, neotame and cyclamate / saccharin in a 2:1 ratio in the ice cream did not affect the acceptance of samples before consumers, on the other hand the sample with estevia was rejected by the consumers, this results helps the ice cream industry, wich may develop an ice cream with functional appeal and caloric reduction without affecting the sensory characteristics and physical - chemical ice cream reaching a new consumer audience.

Keywords: ice cream, sensory analysis, prebiotic, fructo - oligosaccharide and sweeteners.

## 1. INTRODUÇÃO

Sorvete é uma mistura de compostos líquidos derivados de leite que em sua maioria são de origem láctea, formado por duas emulsões sob agitação contínua a baixa temperatura, na qual a quantidade de extrato seco, gordura, e ar adicionado garantem ao produto características sensoriais apreciáveis de textura, sabor, odor e maciez (MOSQUIM, 1999).

De acordo com a ABIS (Associação Brasileira das Indústrias de Sorvetes), no ano de 2011, a indústria brasileira de sorvetes teve um crescimento no consumo de 70,36% ao ano, que resulta em um consumo de 11,7 Mhl de sorvete no Brasil. Sendo produzido 1,2 Mhl de sorvete, e são eles do tipo massa, picolé e soft. Que resulta em um consumo per capita de 58,9%.

O brasileiro consome no verão cerca de 70 % da produção anual de sorvetes, que foi de 0,9 Mhl no ano de 2009 como mostra a Tabela 1, sendo então caracterizado como o 10º país produtor mundial de sorvete, e consumindo em média 5,2 litros de sorvete por pessoa anualmente, que comparado com países frios e nórdicos como a Dinamarca e a Finlândia que consomem respectivamente 13,9 e 9,2 de litros de sorvete por pessoa, o consumo dos brasileiros não chega a um terço do consumo desses países, conforme mostra a Tabela 2. A diferença no consumo de sorvete nos países frios e tropical como o Brasil, segundo o presidente da ABIS Eduardo Weisberg, ocorre devido à diferença cultural existente nos países.

**Tabela 1.** Produção mundial de sorvete no ano de 2009

<b>País</b>	<b>Produção M hl</b>	<b>Rank</b>
Estados Unidos	61,3	1º
China	23,6	2º
Canadá	5,4	3º
Itália	4,6	4º
Austrália	3,3	5º
França	3,2	6º
Alemanha	3,1	7º
Suécia	1,3	8º
Suíça	1,0	9º
Brasil	0,9	10º
Nova Zelândia	0,9	11º
Finlândia	0,7	12º
Dinamarca	0,5	13º

Fonte: ABIS, 2010.

**Tabela 2.** Consumo mundial de sorvete anual por pessoa.

<b>País</b>	<b>Consumo L</b>	<b>Rank</b>
Nova Zelândia	26,3	1
Estados Unidos	22,5	2
Canadá	17,8	3
Austrália	17,8	4
Suíça	14,4	5
Suécia	14,2	6
Finlândia	13,9	7
Dinamarca	9,2	8
Itália	8,2	9
França	5,4	10
Brasil	5,2	11
Alemanha	3,8	12
China	1,8	13

Fonte: ABIS, 2010.

No Brasil o mercado de sorvetes movimenta aproximadamente R\$ 2 bilhões por ano, que sobrevive de vendas e lançamentos de novos sabores e texturas, conquistando assim um conceito de alimento que pode ser consumido em qualquer momento. (ABIS, 2010)

O sorvete é um alimento nutritivo, pois contém nutrientes provenientes principalmente do leite como a lactose que auxilia na absorção de cálcio e fósforo, proteínas com alto valor biológico, seu valor energético é elevado devido o alto teor de lipídeos e carboidratos, também nele se encontra vitamina A, E, D, niacina e riboflavina (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

Segundo os dados da ABIA, 2011 (Associação das Indústrias da Alimentação) o faturamento com alimentos funcionais aumentou mais de seis vezes nos últimos oito anos passando de R\$ 532 milhões (2002) para R\$ 3,3 bilhões em 2010.

Os alimentos funcionais estão representando uma grande área de pesquisa e inovação na indústria de alimentos (JONES e JEW, 2007). O mercado consumidor dos alimentos funcionais vem crescendo desde a década de 80 quando ganhou destaque com o extrato de soja. Os principais países que representam o mercado consumidor dos alimentos funcionais são Japão, Estados Unidos e Europa. No Brasil este mercado vem crescendo em ritmo de 10% ao ano, especialistas preveem que em 10 anos, os alimentos funcionais detenham 40% do mercado de alimentos (ABIA, 2010).

Nos alimentos existe uma infinidade de nutrientes que podem ser usados para a prevenção de algumas enfermidades, devido à presença de nutrientes bioativos (FILHO, 2006). Porém os alimentos funcionais não devem ser considerados medicamentos, impedindo que as doenças ocorram, e sim como alimentos que reduzem esse risco, confirmando então o que Hipócrates afirmou à cerca de 2500 anos atrás “Faça do alimento seu medicamento” (ROBERFROID, 2002).

No Brasil o consumo e a preocupação com o desenvolvimento de novos alimentos funcionais vêm sendo cada vez mais analisado, em função desses alimentos exercerem importantes funções benéficas nas doenças crônicas degenerativas, auxiliando no estilo de vida desequilibrado de alguns brasileiros que possuem hábitos alimentares ruins e sedentarismo excessivo.

Os prebióticos são definidos como um grupo de substâncias não digeríveis que gera um efeito benéfico ao seu hospedeiro, que são micro-organismos vivos, agindo na ação estimulante seletivamente do crescimento dos probióticos, ou seja, os prebióticos exercem função de complementar sinergicamente os probióticos (REID, G. *et. al* 2003).

Os edulcorantes são aditivos alimentares, considerados substâncias orgânicas e artificiais que exercem a função de agregar gosto doce aos alimentos podendo ou não agregar calorias. Esses são destinados a pessoas portadoras de diabetes ou que usufruam de uma dieta com restrição calórica, sendo então o substituto do açúcar (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996). O mercado de produtos light e diet em 2012 movimentou US\$ 3,6 bilhões representando 5% do total das vendas de alimentos no Brasil. (ABIAD, 2012)

A análise sensorial é uma ferramenta de extrema importância para o desenvolvimento de um novo produto ou aperfeiçoamento de um já existente no mercado, pois de nada adianta um produto possuir características físico – químicas e microbiológicas de ótima qualidade se as características sensoriais não agradam ao consumidor, frente a esta necessidade a análise sensorial é empregada a fim de que as características de sabor, aroma, textura e aparência do produto sejam preservadas e adequadamente quantificadas.

Diante do exposto, testes sensoriais e físico – químicos foram utilizados desde a formulação até a obtenção do produto final, a fim de que o perfil sensorial dos sorvetes de creme com FOS e edulcorantes sendo estes, aspartame, sucralose, neotame, estévia e ciclamato/ sacarina na proporção de 2:1, fossem traçados e devidamente identificados.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 COMPOSIÇÃO**

#### **2.1.1 Leite**

O leite é indispensável nos primeiros meses de vida dos mamíferos, e um alimento de primeira necessidade. Quando obtido em circunstâncias naturais apresenta uma cor ligeiramente amarelada com odor suave e um gosto adocicado, o leite é um produto secretado pelas glândulas mamarias dos mamíferos (BEHMER, 1999).

O leite pode ser considerado uma emulsão de gorduras em água estabilizada por proteínas formando uma dispersão coloidal. A sua composição e as características sensoriais podem variar durante o estágio de lactação. Diferem-se assim, o colostro, o leite no final do período de lactação e o leite normal produzido durante a lactação, em relação à diferença existente entre as raças a estação do ano, e o sistema de alimentação. Assim como valores médios aceitos para leite de vaca temos 4 % de gordura, 3,5 % de proteína, 4,8 % de lactose, 0,7 % de sais e a água sendo o restante (ANTUNES, 2003; BOBBIO, 2001).

O leite é consumido em todas as partes do mundo seja na sua forma líquida ou na forma de seus diversos derivados como vários tipos de queijos, sorvetes, iogurte, doce de leite, manteiga entre outros (MOSQUIM, 1999).

#### **2.1.2 Composição do leite**

O nutriente de maior importância são as gorduras que contribuem para maior palatabilidade do produto, além de fornecerem ácidos graxos podendo alguns serem essenciais para o organismo, completando a composição do leite tem-se os açúcares onde a lactose é o que está presente em maior quantidade, as proteínas que são de alta qualidade devido sua grande quantidade de aminoácidos essenciais, os minerais e uma variedade de vitaminas lipossolúveis A,

D, E e K que são denominados sólidos totais e a água que é o ingrediente em maior quantidade na composição do leite (CARUSO; OLIVEIRA, 1996; SALINAS, 2002).

A quantidade de gordura encontrada no leite está numa faixa de 3,2 a 6 %, isso varia de acordo com a raça e o tipo de alimentação da vaca. Os lipídeos conhecidos também como a gordura do leite é composto por grande quantidade de triglicerídeos e pequenas quantidades de di e monoglicerídeos, ácidos graxos livres e fosfolipídios que atuam como emulsificantes, esteróis e outros componentes que estão em menor proporção como os carotenoides e vitaminas (SPREER, 1995; VEISSEYRE, 1988).

No leite, a gordura se encontra em forma de pequenos glóbulos que ficam dispersos em emulsão, por serem menos densas elas tendem a subir quando o leite está em repouso, formando uma camada na superfície. Este fato deve-se a formação de grandes glóbulos de gordura agregados. A homogeneização visa uma redução no tamanho dos glóbulos para dificultar a sua separação e o prolongamento a estabilidade da emulsão (BEHMER, 1999; ORDÓÑEZ PEREDA, 2005).

As proteínas representam cerca de 3,3 – 3,6% da composição média do leite (BEHMER, 1999), estas são formadas basicamente por aminoácidos de diferentes tipos de ligações de estruturas específicas. Os aminoácidos são ácidos orgânicos que possuem um grupo amina e um grupo carboxila ligados a um átomo de carbono na proteína (SPREER, 1995). Nutricionalmente existem dois tipos de aminoácidos os que não são essenciais, pois são sintetizados pelo organismo e os essenciais cujo organismo é incapaz de sintetizá-los e então precisa ser consumido na dieta (SPREER, 1995; ANTUNES, 2003).

Podemos classificar as proteínas do leite em dois grupos: caseínas que são 80 % das proteínas existentes no leite onde se destacam suas frações alfa, beta, gama e K caseínas; proteínas do soro, que constituem 20 % da fração protéica do leite têm como frações: a lactoalbumina e a lactoglobulina (CARUSO, OLIVEIRA, 1996; WALSTRA, JENNESS, 1987; FENNEMA, 2000).

As caseínas estão arrançadas na forma de micelas, que são compostas não só pelas caseínas, mas também pelo complexo cálcio fósforo. Estas micelas são estáveis a processos mecânicos e temperatura, contudo as micelas são sensíveis a mudança de pH mudando sua estrutura quando alcançam o ponto isoelétrico próximo ao pH 4,6, onde ocorre a precipitação e a

formação do coágulo. Essa mudança na estrutura micelar ocorre devido à adição de ácido ou por fermentação da lactose presente no leite (SPREER, 1995; BOBBIO, 2001; SALINAS, 2002).

Outro fenômeno que pode ocorrer com as proteínas do leite seria a coagulação enzimática que a partir da adição de coalho (conjunto de enzimas), que é retirado do quarto estômago dos bovinos ocorre à hidrólise das caseínas que liberam um glicopeptídeo de baixo peso molecular e formam as paracaseínas, ou seja, caseínas sem submicelas (BOBBIO, 2001; SALINAS, 2002).

A lactose é o carboidrato característico do leite, é um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e outra de galactose, lactose é o carboidrato que está presente em maior quantidade onde o seu teor pode variar de 4,7 a 4,9 %. A glicose, a galactose, e outros carboidratos são encontrados em pequenas quantidades (CARUSO, OLIVEIRA, 1996; SPREER, 1995).

Nos processos tecnológicos a lactose é o principal fator que leva a acidificação do leite, pois é um substrato para as bactérias que a transformam em ácido láctico, além de contribuir para o valor nutritivo do produto. Está relacionado à textura e solubilidade de alimentos congelados e na cor e sabor dos alimentos tratados com alta temperatura, pois ocorre parcialmente a reação de Maillard (VEISSEYRE, 1988; SPREER, 1995; ORDÓÑEZ PEREDA, 2005).

A cristalização da lactose ocorre devido a sua baixa solubilidade em água e a sua tendência de formar uma solução supersaturada, como no caso do doce de leite (CARUSO, OLIVEIRA, 1996). A lactose é importante na elaboração de produtos lácteos, como sorvete, leite condensado e doce de leite, quando essa cristalização for normal o processo é lento e geram grandes cristais que podem ser detectados pelo paladar dando origem a sensação de arenosidade. Já a cristalização forçada gera pequenos cristais que não são perceptíveis pelo paladar (WALSTRA, JENNESS, 1987).

A lactose sofre hidrólise enzimática, pela ação da enzima lactase, seus compostos são fermentáveis e absorvidos pelo intestino humano. Uma faixa da população não tem a enzima lactase e apresentam intolerância. Quando consomem o leite, sofrem com diarreia, pois a lactose não é hidrolisada e então não é absorvida pelo organismo (SALINAS, 2002; ORDÓÑEZ PEREDA, 2005).

Os sais encontrados no leite correspondem a aproximadamente 0,9 % e são principalmente os cloretos, fosfatos, bicarbonato de sódio, potássio, cálcio, magnésio. O cálcio é

de grande importância para a fabricação de queijo, pois tem que estar presente em quantidade suficiente para a coagulação da caseína pela ação da renina (CARUSO, OLIVEIRA, 1996; FENNEMA, 2000).

As vitaminas são substâncias orgânicas e normalmente não são sintetizadas pelo organismo e quando se apresentam em quantidades suficientes permitem o crescimento, manutenção e funcionamento do organismo (VEISSEYRE, 1988). No leite encontramos vitaminas lipossolúveis, A, D, K e E que estão associadas à gordura e vitaminas hidrossolúveis, riboflavina, tiamina, e outras do complexo B. Com os tratamentos térmicos pode haver perdas significativas dessas vitaminas, então a indústria para suprir essas carências comercializa leite enriquecido, com a adição dessas vitaminas (FENNEMA, 2000; SALINAS, 2002).

A água constitui 86 % a 87 % do volume do leite e influência na sua densidade, também é o principal solvente para os componentes do leite (SPREER, 1995; BEHMER, 1999).

## 2.2 SORVETE

### 2.2.1 Definição

O sorvete é obtido por congelamento de misturas líquidas, sob agitação contínua, e podem ser de grande variedade. Seus ingredientes podem ser compostos por leite, açúcares, emulsificantes, estabilizantes, flavorizantes e outros ingredientes como derivados de ovo, corantes e amido hidrolisado, essa mistura pode ser pasteurizada e homogeneizada antes do congelamento. O congelamento envolve rápida remoção de calor e agitação ao mesmo tempo para que possa ser incorporado o ar e o produto se torne mais macio (SALINAS, 2002; MARSHALL, GOFF, HARTEL, 2003; TETRA PAK, 2003).

Segundo a portaria nº 266, de 22 de setembro de 2005 entende-se por sorvete os produtos que são elaborados a base de leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias-primas alimentares e nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares (BRASIL, 2005).

### **2.2.2 Classificação**

Na Tabela 3 está apresentada a classificação dos sorvetes conforme a sua composição em Ice Cream, que são sorvetes a base de creme e sua composição deve ter no mínimo 10% de gordura e 20 % de sólidos totais; Ice Milk que utiliza como base o leite e deve conter de 2 a 7 % de gordura e 11 % de extrato seco; Sherbets que tem como base as frutas e *Water Ice* que são à base de água (MOSQUIM, 1999; ILCT, 2002).

### **2.2.3 Valor Nutricional**

O sorvete contém de 12 a 16 % a mais de proteínas que o leite e de 3 a 4 vezes mais gordura que o leite integral e a lactose presente no sorvete favorecem a absorção do cálcio e fósforo, tais componentes são necessários à dieta humana para o crescimento, nutrição e manutenção das atividades normais do homem (MOSQUIM, 1999; ILCT, 2002; MARSHALL, GOFF, HARTEL, 2003).

### **2.2.4. Composição do sorvete**

O sorvete é uma emulsão composta por uma mistura de água, ar, extrato seco desengordurado, proteínas, gorduras, adoçantes, estabilizantes, emulsificantes e aromatizantes, sendo os mais importantes componentes a gordura e as proteínas (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

A gordura é considerada um importante componente do sorvete, devido seu alto valor comercial na composição do sorvete, e contribuir para seu valor energético conferindo sabor e cremosidade. Além de contribuir para o desenvolvimento de uma textura cremosa, melhora o corpo do produto (sensação de preenchimento entre a língua e o palato) e aumenta sua resistência a fusão (MOSQUIM, 1999; ORDÓÑEZ PEREDA, 2005). No sorvete pode variar de 1 a 20 %, dependendo de fatores como preço e composição de acordo com as características esperadas no sorvete (ABIS, 2011).

No processo de congelamento do sorvete a gordura emulsionada é parcialmente desestabilizada devido a agitação. A desestabilização da emulsão propicia a incorporação de ar, cristalizando o sorvete. Esta agitação é necessária para configurar a estrutura e textura do produto (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

As principais fontes de gordura são: leite integral, creme de leite, manteiga sem sal, butter oil, gordura vegetal (MOSQUIM, 1999).

As proteínas estão em grande quantidade no sorvete, são de alto valor nutricional, pois possuem aminoácidos essenciais que a compõe. Estes aminoácidos melhoram a função emulsificante no sorvete aumentando sua utilidade nas emulsões. Elas absorvem a interface água e óleo e regiões hidrofóbicas da estrutura possibilitando a dissolução parcial da fase oleosa (FRIBERG, LARSSON, SJOBLOM, 1997; MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

O extrato seco desengordurado é composto por lactose, proteínas como caseínas e enzimas, sais minerais, vitaminas, ácidos, e gases do leite. Este possui aproximadamente 37% de proteínas, 55 % de lactose e 8 % de sais minerais. A quantidade de extrato seco usado na mistura de ingredientes varia de 6 - 14 % ou mais e geralmente é adicionado inversamente ao teor de gordura. A quantidade, porém vem sendo estudada e acredita-se que as quantidades adequadas de extrato seco e de água interferem na cristalização da lactose (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

O extrato seco contribui para o sabor final do sorvete, melhora a palatabilidade, corpo e textura. Sua capacidade de reter água torna o produto mais suave por facilitar a incorporação de ar além de diminuir o ponto de congelamento e aumentar a viscosidade do líquido restante (MOSQUIM, 1999; ORDÓÑEZ PEREDA, 2005).

As bolhas de ar têm a função de tornar o sorvete mais leve, proporcionando maciez e atuam como isolante do frio intenso, porém a quantidade de ar a ser incorporada deve ser controlada para não influenciar na qualidade do produto final (ORDÓÑEZ PEREDA, 2005). A água e o ar são constituintes que desempenham um papel importante no sistema físico-químico que o sorvete representa. A fase contínua corresponde a uma emulsão parcialmente congelada com os cristais de gelo e glóbulos de gordura solidificados sendo dispersos na fase aquosa não congelada (ILCT, 2002).

Os adoçantes têm a função de proporcionar um gosto doce ao sorvete. Contribuem para a redução do ponto de congelamento, aumentam a viscosidade, melhoram o corpo tornando - o mais cremoso, e intensificam o sabor das frutas adicionadas, além de influenciarem na cristalização e formação do tamanho do cristal de lactose no produto (MOSQUIM, 1999; ILCT, 2002).

A quantidade de adoçante influencia na consistência do produto e tem a função de ajustar o dulçor de acordo com o desejado. O principal é a sacarose, um adoçante natural. Entre os naturais também podem ser usados glucose, xarope de milho, açúcar invertido que podem ser substituídos gradativamente por outros adoçantes que tenham maior poder edulcorante para sorvetes sem açúcar ou *diet* como os artificiais a sacarina, ciclamato, aspartame, entre outros (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Os aromatizantes são substâncias que agregam e ou intensificam o sabor e o aroma dos alimentos. Os aromatizantes são classificados em artificiais obtidos de sintetização ou adição de matéria prima aromatizada natural, que possuem sabor e aroma idênticos aos naturais, para que não perca suas características sensoriais; ou naturais que podem ser de origem vegetal ou animal que são naturais e também podem ser sintetizados (CALIL, AGUIAR; 1999).

O sabor em alimentos é um dos principais atributos. O sabor é uma sensação mista que envolve os sentidos do olfato e do gosto e sensações trigeminais percebidas pelo gosto. O sorvete sendo um alimento lácteo congelado possui alguns componentes que quando consumidos são facilmente definidos, pois possui um gosto doce, suave, frio, refrescante, leve e libera componentes aromáticos, quando é derretido na boca (DUTCOSKY, 1996; MOSQUIM, 1999).

Os aromas são adicionados à calda antes do congelamento, outros itens como os de confeitaria, frutas, doces, xaropes, podem ser adicionados nessa fase (MOSQUIM, 1999).

Os emulsificantes são substâncias que auxiliam a emulsificação por redução da tensão superficial dos líquidos, além de serem aditivos que possibilitam que dois líquidos imiscíveis se misturem e formem uma emulsão (TETRA PAK, 2003). Os sorvetes, margarinas e molhos para salada devem a sua existência à ação do emulsificante que ajuda na uniformização da gordura dentro dos produtos. Os emulsificantes agem diminuindo os glóbulos de gordura e, assim, diminuem a tensão superficial da água e da gordura (FRIBERG, LARSSON, SJOBLUM, 1997).

A falta de um emulsificante pode favorecer a separação da água e gordura enquanto o sorvete permanece em maturação, tornando a gordura livre durante o batimento e assim ela não fica finamente distribuída na homogeneização. A quantidade de emulsificante usada não deve ultrapassar 0,2 %, pois altera o ponto de fusão do produto (MOSQUIM, 1999, EPAMIG/CT, 2002).

Os espessantes são aditivos que exercem a função de aumentar a viscosidade das soluções, emulsões e suspensões, que em grande maioria são providos de gomas a garantir a consistência do produto (CALIL, AGUIAR; 1999). Os espessantes, de acordo com Mosquim (1999) têm uma grande capacidade de reter água, pois são resultantes da atividade mútua que formam pontes de hidrogênio entre si. Esse efeito de redução de absorção de água faz com que se retarde o surgimento de cristais de gelo no sorvete durante sua vida de prateleira e também ofereça resistência ao ponto de fusão.

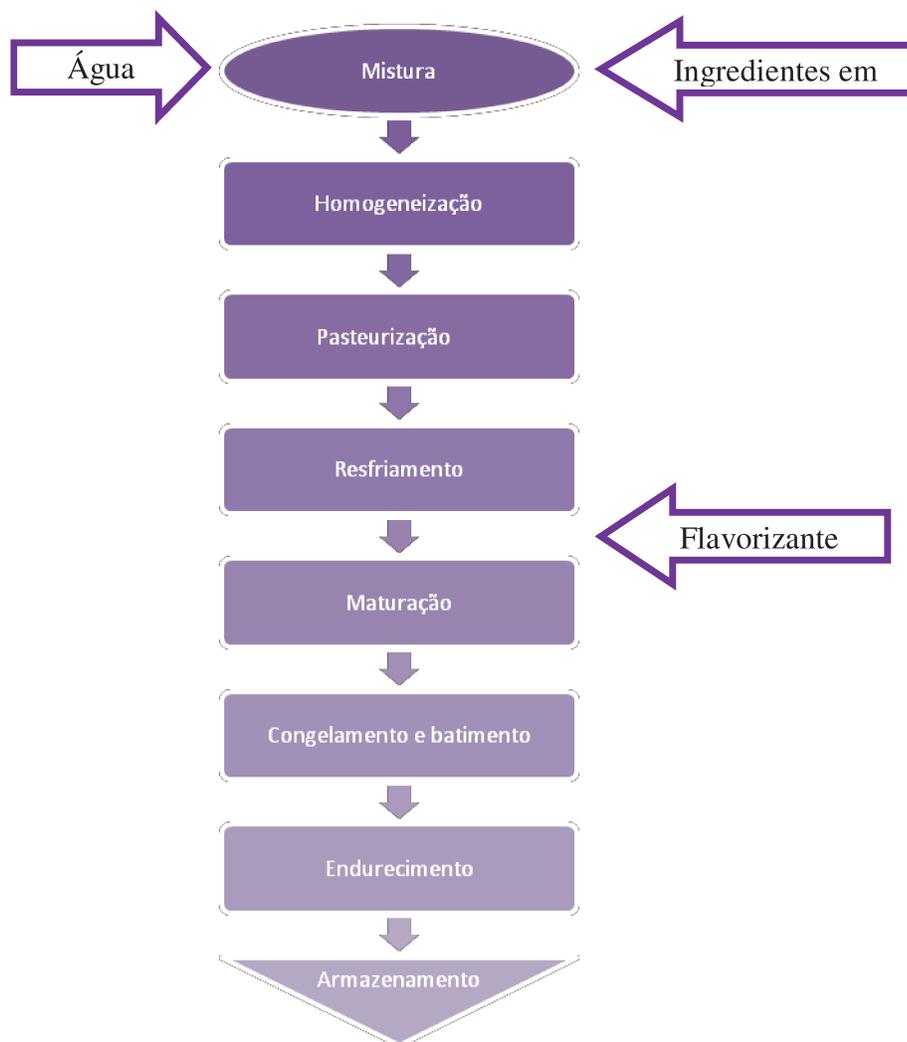
Segundo a portaria N° 540 de 27 de outubro de 1997, do Ministério da Saúde, espessante é a substância que aumenta a viscosidade de um alimento. Ou ainda, funcionalidade referente à viscosidade, a qual consiste na resistência em fluir de um líquido. Estabilizante de acordo com a mesma portaria é a substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento, além de favorecer e manter as características físicas das emulsões e suspensões (BRASIL, 1997).

São utilizados combinados para promover sua dispersão no meio aquoso em proporções pequenas, menos de 0,5 %, melhorando a qualidade do produto, pois são agentes que têm a capacidade de reter água e podem prevenir a formação de grandes cristais de gelo durante o congelamento e estocagem. Aumentam a viscosidade e na batidura permitem melhor distribuição de ar. Também exercem a função de proporcionar no sorvete corpo, textura e palatabilidade (MOSQUIM, 1999).

A adição de corantes é importante, pois mesmo com a adição de frutas que são alimentos que oferecem sabores e aromas não é suficiente para proporcionar uma cor atrativa ao sorvete (FERREIRA *et. al.*, 2001; MOSQUIM, 1999).

### 2.2.5. Processamento

As etapas do processamento do sorvete, como mostra a Figura 1, consistem na mistura, pasteurização, homogeneização, maturação, congelamento, armazenamento e endurecimento (MOSQUIM, 1999).



**Figura 1.** Fluxograma da Fabricação de Sorvete.

Fonte: Adaptado de MOSQUIM, 1999.

Os ingredientes são selecionados pesados e adicionados juntamente com agitação para que a primeira emulsão se forme que é a da calda com o ar, a proporção de ar no sorvete esta

numa proporção de 1:1. Essa proporção é definida pela formulação desejada do sorvete (UNIVERSITY OF GUELPH, 2009).

A homogeneização ocorre para que as partículas de gordura sejam reduzidas impedindo sua separação durante a maturação e congelamento. Assim se obtém uma emulsão estável, cremosa e mais macia (CORNELL UNIVERSITY, 2006).

A pasteurização dos ingredientes pode ser de forma lenta (69 °C por 30 minutos) ou de forma rápida (80 °C por 25 segundos). A pasteurização tem como objetivo eliminar possíveis micro-organismos patógenos e reduzir o número de micro-organismos esporulados e psicrotróficos e uma das suas principais funções são hidratar alguns componentes como as proteínas e estabilizantes, fazendo com que aprisionem mais água (UNIVERSITY OF GUELPH, 2009).

O resfriamento ocorre para evitar o crescimento de bactérias termo resistentes e viscosidade excessiva, por isso a temperatura deve ser inferior a 4 °C. O resfriamento faz com que o emulsificante forme uma camada na superfície do glóbulo de gordura incorporando grande quantidade de água e que se converte em gel impedindo uma posterior perda dessa água (MOSQUIM, 1999; CORNELL UNIVERSITY, 2006).

O tempo de maturação varia em função do estabilizante utilizado e da composição da mistura. O tempo é maior se a mistura contém um elevado teor de gordura. Esse tempo é necessário para que ocorra a solidificação da gordura, hidratação dos sólidos, aumento de viscosidade e maior resistência à fusão, melhorando a textura do sorvete (MOSQUIM, 1999; ILCT, 2002).

*Overrun* é o processo que através de batimento e congelamento simultâneo incorpora ar no sorvete (MOSQUIM, 1999; MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003; UNIVERSITY OF GUELPH, 2009).

O congelamento ocorre com a temperatura aproximadamente de -3 °C e deve ser de forma rápida para que forme pequenos cristais de gelo. O batimento pode ocorrer simultaneamente ao congelamento e é uma das fases mais importantes do processo, pois dele dependerá a qualidade, palatabilidade e rendimento do produto final. O sorvete, ao sair da máquina, possui mais da metade da água congelada, e então sua consistência é semi - sólida, e o restante da água será

congelado no armazenamento em uma temperatura de -18 °C (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

#### **2.2.6. Defeitos**

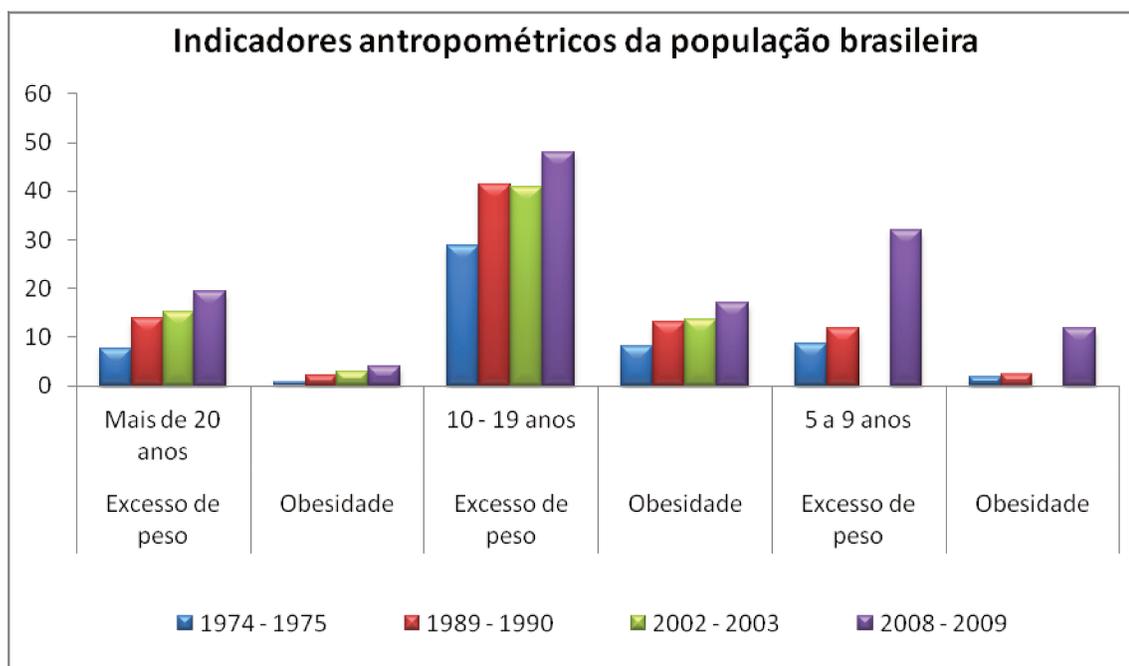
Um sorvete com características desejáveis depende da escolha de seus ingredientes que devem ser de boa qualidade, principalmente os lácteos, da sua formulação e a qualidade r mantida durante o processo de fabricação, estocagem e distribuição (MOSQUIM, 1999).

Os defeitos podem ocorrer no sabor devido ao aromatizante tais como sabor artificial, velho e ácido; o adoçante, falta ou excesso de açúcar na formulação; o processamento e o tratamento térmico excessivo gerando sabor de cozido; a matéria-prima e os produtos lácteos podem apresentar sabor de soro, ranço e ácido; na textura e corpo, como arenosidade; grosseiro devido à formação de grandes cristais de gelo e gorduroso e também defeitos na cor, uma vez que a luz pode induzir os componentes lipídicos à oxidação (MOSQUIM, 1999; GIGANTE, 2003).

### **2.3 PRODUTOS COM BAIXO TEOR DE AÇÚCAR**

Os produtos lácteos por serem alimentos altamente consumidos, podem ser considerados vantajosos para o desenvolvimento de novos produtos visando a redução calórica, uma vez que o número de indivíduos com sobrepeso e obesidade nas populações mundial e brasileira, elevou - se conforme comprovou a Pesquisa de Orçamento Familiar realizada pelo IBGE (IBGE, 2008/2009).

Tal pesquisa revelou que o excesso de peso atingia 33,5% das crianças de 5 - 9 anos, 21,5% dos adolescentes de 10 – 19 anos e cerca de 50% dos adultos apresenta excesso de peso (Figura 2).



**Figura 2.** Indicadores antropométricos da população brasileira desde 1974 até 2009.  
Fonte: IBGE, 2008/2009

Uma das principais patologias que acomete indivíduos com excesso de peso é o Diabetes tipo II ou *Diabetes mellitus*, que resulta de diversos inquéritos populacionais, porém o aumento da doença está fortemente ligado com o aumento do peso da população devido à má alimentação e sedentarismo (HARRIS *et al.*, 1987).

O diabetes é uma síndrome que provém da falta de insulina ou da sua incapacidade de exercer adequadamente seus efeitos metabólicos (CASTRO & FRANCO, 2002). Os indivíduos com diabetes restringem o consumo da sacarose, substituindo - a pelos adoçantes e/ ou produtos dietéticos, que agregam doçura aos alimentos com poucas ou nenhuma caloria. Os produtos dietéticos têm papel importante para o bem estar de indivíduos que possuem diabetes, então os edulcorantes representam uma alternativa para melhorar a palatabilidade de alguns produtos, agregando o gosto doce ao produto.

Dessa forma, os substitutos de açúcares vêm ganhando destaque, devido ao aumento da demanda de consumidores do mercado "diet"/"light", em busca de alimentos com baixo valor calórico e/ou dietas específicas. (ABIAD, 2012)

Na formulação de sorvetes sem redução calórica podem estar presentes os açúcares frutose, glicose, sacarose, maltose e lactose. Na composição de sorvetes "diet" há o acréscimo de edulcorantes e a retirada total de açúcares, ocorrendo uma diminuição muito grande de lactose e sacarose (JANA *et al.*, 1994).

## 2.4 EDULCORANTES

Aditivos alimentares são ingredientes adicionados nos produtos alimentícios com intuito de que ocorram mudanças nas características físico – químicas, biológicas ou sensoriais dos alimentos (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

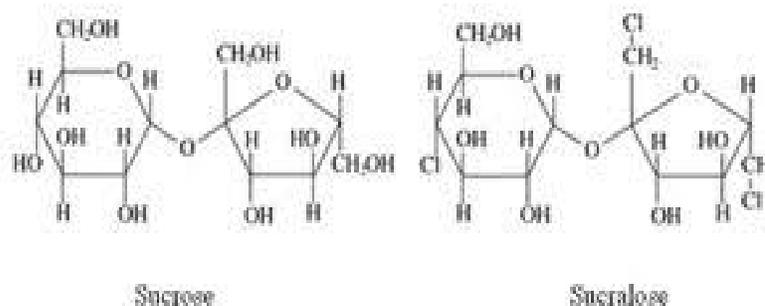
Edulcorantes são aditivos alimentares, considerados substâncias orgânicas naturais como a estévia e artificiais como aspartame, sucralose, neotame, ciclamato, sacarina entre outros que exercem a função de agregar gosto doce aos alimentos (SVS/ MS nº 540/97). Esses aditivos são destinados a pessoas portadoras de diabetes ou que precisem de restrição calórica na dieta, devido estas substâncias serem um substituto do açúcar.

### 2.4.1 Sucralose

A sucralose foi descoberta em meados da década de 70, sendo um dos primeiros edulcorantes descoberto. Ele possui características sobressalentes aos demais, pois é o que possui maior poder adoçante quando comparado com a sacarose, chegando a ser 600 a 800 vezes mais doce que a sacarose, além de ter boa estabilidade em altas e baixas temperaturas, em ampla faixa de pH e possui alta solubilidade em água e álcool, porém apresenta baixa solubilidade em óleos e gorduras (JENNER, 1989; MILLER, 1991).

A sucralose, ao contrário dos demais edulcorantes, não apresenta sabor residual, característica essa que causa repulsa aos consumidores de produtos que contém edulcorantes (KUHN *et al.*, 2004).

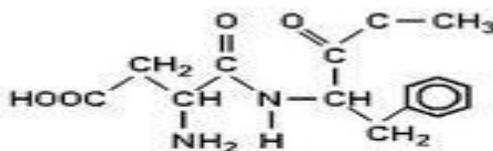
O processo de obtenção da sucralose provém da cloração da molécula de sacarose, resultando então em uma doçura e estabilidade maiores conforme demonstra a Figura 3 (NEWSOME, 1993).



**Figura 3.** Processo de cloração da molécula de sacarose para obtenção de sucralose.  
Fonte: Dom Bosco.

#### 2.4.2 Aspartame

A molécula de aspartame foi descoberta acidentalmente em 1965 e é um dipeptídeo composto pelo aminoácido fenilalanina e o ácido aspártico na forma de um éster metílico (MEYER, 2002). (Figura 4)



**Figura 4.** Fórmula estrutural do aspartame.  
Fonte: Dom Bosco

O poder adoçante do aspartame chega a ser 200 vezes maior que a sacarose. É o edulcorante que apresenta a maior semelhança com o gosto do açúcar e além de ser semelhante à

sacarose possui a característica de realçar e intensificar o sabor de certos alimentos e bebidas, em especial os sabores de frutas cítricas (IOSHII, 1992; NABORS, 2002).

Algumas das desvantagens do uso do aspartame é sua insolubilidade em óleos e gorduras e a perda de seu poder adoçante quando submetido a altas temperaturas (MEYER, 2002; NABORS, 2002; RIPPER *et al.*, 1986).

### **2.4.3 Ciclamato**

O ciclamato foi descoberto acidentalmente em 1937 por Michael Sveda, um aluno de graduação da Universidade de Illinois. Este edulcorante é composto por ácido ciclâmico e sais de sódio e cálcio, com boas propriedades adoçantes (DÍAZ, 2007).

Este adoçante não apresenta sabor residual e é em torno de 40 vezes mais doce que a sacarose, não contém calorias e possui ótima estabilidade a altas temperaturas (DÍAZ, 2007).

O edulcorante ciclamato é um derivado do petróleo, pode ser submetido a temperaturas altas sem perder seu poder adoçante, porém apresenta sabor residual acre-doce ou doce-azedo no produto e não fornece calorias (DÍAZ, 2007).

### **2.4.4 Sacarina**

A sacarina foi o primeiro edulcorante a ser descoberto, o que ocorreu acidentalmente em 1878 pelos químicos Falberg and Remsen. E em 1950 a companhia química The Maumee, aperfeiçoou seu processamento de fabricação (DÍAZ, 2007).

Este edulcorante apesar de possuir bom poder de dulçor sendo, cerca de 450 vezes mais doce que a sacarose, possui um residual amargo metálico muito acentuado (USRDA, 2009).

Devido ao residual amargo e metálico que a sacarina apresenta quando utilizada em altas concentrações, ela é associada a outros edulcorantes, como, por exemplo, para de se minimizar esse efeito indesejável (CROSBY, 1976). A associação ciclamato/ sacarina é muito empregada, devido o ciclamato mascarar as notas de sabor residual amargo da sacarina e esta, potencializa o

baixo poder edulcorante do ciclamato (MONTIJANO; TOMÁS – BARBERÁN; BORREGO, 1998).

#### **2.4.5 Neotame**

O neotame é um edulcorante sintético derivado do aspartame que não fornece calorias, com características sensoriais semelhantes ao aspartame, ambos, apresentam baixo residual amargo ou metálico e gosto doce muito semelhante ao da sacarose (NOFRE & TINTI, 2000; BISHAY, 2007).

Este edulcorante é composto por aminoácidos, ácido aspártico e fenilalanina, chegando a ser 7000 a 13000 vezes mais doce que a sacarose. Ele possui um ponto de fusão baixo e uma boa solubilidade em água, porém sua estabilidade diminui junto com a redução da temperatura (BISHAY, 2007).

#### **2.4.6 Estévia**

A estévia é um edulcorante natural extraída da folha de *Estévia rebaudiana* em forma de extrato (PARPINELLO *et al.*, 2001). Esse extrato é constituído por um pó branco, formado por cristais denominado de esteviosídeo.

O extrato de estévia apresenta um poder adoçante em torno de 300 vezes maior que a sacarose, é muito estável e apresenta longa duração de seu gosto na boca, mas fornece um gosto residual amargo muito acentuado que faz com seu uso seja limitado (PARPINELLO *et al.*, 2001; NEWSOME, 1993).

Na Tabela 3 estão demonstradas algumas das principais características dos edulcorantes descritos anteriormente.

**Tabela 3:** Características dos diferentes edulcorantes frente seu sabor residual, poder adoçante, calorias e ingestão diária.

<b>Edulcorante</b>	<b>Característica do edulcorante</b>	<b>Origem</b>	<b>Sabor residual</b>	<b>Poder adoçante*</b>	<b>Calorias Kcal/g</b>	<b>Ingestão máxima/dia (mg / Kg de peso corporal)</b>
<b>Sucralose</b>	Estável a altas temperaturas	Artificial, feito a partir de moléculas de sacarose.	Sem residual	600 a 800 vezes mais doce que o açúcar	Não possui	15 mg / kg
<b>Aspartame</b>	Instável a altas temperaturas	Artificial, combinação do aminoácido fenilalanina e o ácido aspático.	Sem residual	200 vezes mais doce que o açúcar	4	40 mg / kg
<b>Ciclamate</b>	Estável a altas temperaturas	Artificial, derivado do petróleo	Residual acre - doce ou doce – azedo	40 vezes maior que o açúcar	Não possui	11 mg / kg
<b>Sacarina</b>	Estável a altas temperaturas	Artificial, derivado do petróleo	Residual, doce metálico	450 vezes mais doce que o açúcar	Não possui	5 mg / kg
<b>Neotame</b>	Baixo ponto de fusão e boa estabilidade	Sintético derivado do petróleo	Baixo residual amargo	7000 a 13000 vezes mais doce que o açúcar	Não possui	2 mg / kg
<b>Estévia</b>	Estável a altas temperaturas	Natural, extraída de planta	Residual de frutas	300 vezes mais doce que o açúcar	Não possui	2 mg / kg

**Fonte:** Segundo os autores PARPINELLO *et al.*, 2001; BISHAY, 2007; DÍAZ, 2007; MEYER, 2007; QUINLAN, 2007.

#### **2.4.7 Limites permitidos no Brasil**

Para que se possam utilizar aditivos alimentares como os edulcorantes no Brasil, estes devem possuir autorização e aprovação de órgãos como o JECFA (*Joint FAO/ FAO e OMS*), que são responsáveis pela elaboração de normas que determinam as quantidades de aditivos que serão utilizados em um determinado produto e que a sua utilização seja justificada por objetivos tecnológicos e de comercialização (UMBELINO, 2005).

As quantidades de aditivos seguras para consumo são definidas e representadas pela IDA (Ingestão Diária Aceitável), que está definida como a estimativa da quantidade de um aditivo alimentar, em relação com o peso corpóreo, que pode ser ingerida sem risco a saúde de quem o consome por toda a vida (JECFA, 1991a).

A Tabela 4 apresenta os edulcorantes e seus valores máximos permitidos para uso de acordo com a definição da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) dos seguintes edulcorantes, Sucralose, Aspartame, Ciclamato, Sacarina, Neotame e Estévia (BRASIL, 2008).

**Tabela 4.** Limite máximo permitido dos edulcorantes.

<b>Edulcorante</b>	<b>Limite máximo permitido (g/100ml)</b>	<b>IDA (mg/kg massa corpórea)</b>	<b>Fonte</b>
<b>Sucralose</b>	0,045 – 0,25	15	(JECFA, 1991a)
<b>Aspartame</b>	0,075 – 0,4	40	(JECFA, 1981)
<b>Ciclamato</b>	0,13 – 0,097	11	(JECFA, 1982)
<b>Sacarina</b>	0,025	15	(JECFA, 1991a)
<b>Neotame</b>	0,0049	2	(JECFA, 2003)
<b>Estévia</b>	0,06	2	(JECFA, 2004)

## 2.5 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Segundo BRASIL (1999), Alimentos funcionais são alimentos que além de fornecerem energia e nutrir trazem com eles quando consumidos em uma dieta regular efeitos metabólicos, fisiológicos ou benéficos à saúde sem necessidade de supervisão médica.

Alimento funcional é definido pela Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, como sendo "aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutritivas básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica" (BRASIL, 1999).

Para ser considerado um alimento funcional este deve exercer uma ou mais funções benéficas ao corpo, devendo possuir função adequada de efeitos nutricionais relevantes tanto para o bem estar e a saúde, quanto para prevenção e redução de riscos de incidência de uma doença.

Exercem um papel importante na prevenção de doenças crônicas degenerativas, por que oferecem benefícios à saúde e valor nutritivo provindo de sua composição química (TORRES, 2002).

Os alimentos funcionais estão sendo cada vez mais consumidos com o intuito de uma alimentação mais saudável e uma preocupação maior com a saúde, devido à relação entre doenças crônicas, como câncer, hipertensão, obesidade e doenças cardiovasculares estarem relacionadas com a dieta. Ocupam cerca de 7 % do mercado mundial de alimentos, porém nem todos comprovados cientificamente devido ao grande número de alimentos e de várias etapas de avaliação para que um determinado alimento ou ingrediente seja considerado funcional (SCHOR, 2005; FREIBERG, FERREIRA, 2008).

O Japão é o pioneiro em pesquisa e consumo em alimentos funcionais, em 1997 foi criada a denominação FOSHU (Food for Specified Health Uses) que são alimentos, conforme demonstra a Tabela 5, com características benéficas ao organismo e oficialmente aprovados pelo Ministério da saúde do Japão, trabalho e bem estar, garantindo então que os mesmos tragam benefícios ao consumidor (MINISTRY OF HEALTH, LABOUR AND WELFARE THE JAPAN, 2011).

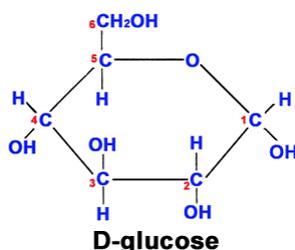
**Tabela 5.** Exemplos de alimentos considerados funcionais

<b>Composto funcional</b>	<b>Função</b>	<b>Origem</b>
Isoflavonas	Ação estrogênica (reduz sintomas da menopausa) e anti-câncer.	Soja e derivados
Proteínas de soja	Redução dos níveis de colesterol	Soja e derivados
Ácidos graxos (Ômega-3) EPH e DHA	Redução do colesterol ruim: ação anti-inflamatória. Desenvolvimento cerebral e retina dos recém nascidos.	Peixes marinhos
Catequinas	Redução de colesterol Estímulo ao sistema imunológico Reduzam da incidência de câncer.	Chá verdes, cereja, amora, framboesa, mirtilo, uva roxa, vinho tinto.
Licopeno	Antioxidante, redução do colesterol, redução do risco do câncer de próstata.	Tomate e derivados, goiabada vermelha, pimentão vermelho e melancia.
Luteína e Zeaxantina	Antioxidante, proteção contra degeneração macular	Folhas verdes (Luteína), Pequi e milho (Zeaxantina)
Indóis e Isotiocianatos	Indutores da produção de enzimas protetoras contra o câncer, em especial o de mama	Soja, frutas cítricas, tomate, pimentão, alcachofra e cereja
Fibras solúveis e insolúveis	Aumenta o peristaltismo intestinal e então reduz o risco do câncer de cólon, insolúveis, já as solúveis auxiliam no controle da glicemia e aumentam a saciedade.	Aveia, centeio, cevada, farelo de trigo, leguminosas (soja, feijão, ervilha) e hortaliças com talos e frutas com casca.
Prébióticos fruto - oligossacarídeos e inulina	Ativam a microflora intestinal, favorecendo o bom funcionamento do intestino	Extraídos de Batata Yacon e Chicória
Sulfetos alílicos	Redução do colesterol e pressão sanguínea, melhora do sistema imunológico, reduz o risco de câncer gástrico.	Alho e cebola
Lignan	Inibição de tumores hormônios-dependentes.	Linhaça e noz moscada
Tanino	Antioxidante, anti séptico e vaso constritor	Maçã, sorgo, manjeriço, manjerona, sálvia, uva, caju e soja
Estanóis e esteróis vegetais	Reduzem o risco de doença cardiovascular	Extraídos de óleo de soja e de madeira
Probióticos	Auxiliam na preservação das funções gastrointestinais, reduzindo o risco de constipação intestinal e câncer de cólon	Leites fermentados, Iogurtes outros produtos lácteos.

**Fonte:** Ministry of health, labour and welfare (FOSHU).

### 2.5.1 Prébióticos

Carboidratos são poliidroxiáldeídos ou poliidroxicetonas (Figura 5) ou substâncias que liberam tais compostos por hidrólise. Podendo ser divididos em três classes principais de acordo com o número de ligações glicosídicas: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos onde destaca - se o grupo dos polissacarídeos, com um elevado peso molecular devido ao grande número de ligações glicosídicas que eles possuem (BOBBIO & BOBBIO, 2003; JUNIOR, 2008).



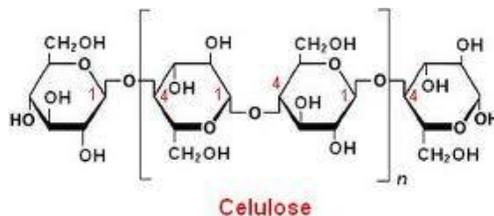
**Figura 5.** Representação das estruturas químicas da D-glucose, uma aldose (poliidroxiáldeído).

Polissacarídeos são os carboidratos mais complexos, pois são macromoléculas formadas por inúmeras unidades monossacarídicas ligadas entre si por ligações glicosídicas que são unidas em longas cadeias lineares ou ramificadas. Este grupo possui duas funções principais, sendo a primeira como forma armazenadora de combustível, ou seja, geradora de energia e a segunda como elementos estruturais, que influenciando no corpo, textura e viscosidade dos alimentos onde está presente (BERK, 1976).

Pode se destacar dentro do grupo dos polissacarídeos o amido, o glicogênio e a celulose que possuem as seguintes respectivas características principais reserva da célula vegetal, reserva de célula animal e função estrutural na célula vegetal (BOBBIO & BOBBIO, 2003; FERREIRA; SILVA; PERRONE, 2001).

A celulose é o carboidrato mais abundante na natureza que da origem as fibras insolúveis que não são digeríveis pelo organismo humano. Devido à celulose ser um polímero de glicose que se unem através de ligações beta 1, 4, conforme demonstra a Figura 6, estas ligações fazem com que a celulose apresente a característica de não ser digerível, pois se torna insolúvel em água

e resistente a reações químicas passa durante a passagem pelo trato gastro intestinal (COULTATE, 1996).



**Figura 6.** Forma estrutural da celulose

Os prebióticos são carboidratos não digeríveis que desempenham função seletiva agindo sinergicamente estimulando o crescimento e metabolismo dos micro-organismos benéficos, ou seja, os probióticos já presentes no intestino do hospedeiro (AHMDIFAR *et al.*, 2011). Facilitando que estes cresçam e exerçam uma função benéfica ao hospedeiro, podendo assim intervir em algumas enfermidades do trato gastro intestinal (REID, G. 2003).

Para que sejam denominados como prebióticos, estes devem ser resistentes ao ácido gástrico, ser resistente às enzimas presentes no organismo humano e não ser absorvida pelo trato gastrointestinal; devem ser fermentativas para estimular os probióticos seletivamente o crescimento e atividade intestinal dos probióticos, ou seja, as bactérias benéficas ao hospedeiro (GIBSON *et al.*, 2004).

Alguns pesquisadores relatam também que os prebióticos atuam melhorando a absorção de alguns minerais e resposta imune do organismo (HAWTHORNE & ABRAMS, 2008; GIBSON, 2004; MACFARLANE, STEED, & MACFARLANE, 2007; SEIFERT & WATZL, 2008). Segundo AHMIDFAR, *et al.*, 2011, os prebióticos desempenham função de tratamento e prevenção de câncer de cólon intestinal, além de ser sugerida a existência de uma interação entre o peso corporal e o efeito da fibra sobre a saciedade e a ingestão energética (TAPER & ROBERFROID, 2008; BURTON – FREEMAN, 2000).

### 2.5.1.1 Fruto – oligossacarídeo (FOS)

O fruto – oligossacarídeo (FOS) é conhecido como um prebiótico, devido suas características de chegar intacto ao intestino exercendo então função fermentativa e agindo sinergicamente com os micro – organismos benéfico ali presentes (ALLES, *et al.*, 1996; COUSSEMENT, 1999).

O fruto – oligossacarídeo também conhecido como FOS, é uma fibra prebiótica natural, de cadeia curta, composta por até 3 moléculas de frutose ligadas a uma molécula de sacarose (OLESEN, GUDMAND-HØYER, 2000).

A inulina e a oligofrutose estão dentre os ingredientes prebióticos mais utilizados. E estão presentes em mais de 36 mil plantas e industrialmente são extraídas da raiz de chicória onde são fermentadas no cólon por bactérias específicas presentes na microbiota intestinal, promovendo benefício a saúde (GIBSON, 2004).

Atualmente, FOS é o nome comum dado apenas a oligômeros de frutose que são compostos de 1-kestose (GF2), nistose (GF3) e frutofuranosil nistose (GF4), em que as unidades de frutossil (F) são ligadas na posição  $\beta$ -2,1 da glicose, o que os distingue de outros oligômeros, os fruto – oligossacarídeos, podem ser originados pela hidrólise enzimática parcial da inulina (inulinase) ou pode ser obtida industrialmente através da sintetização da sacarose devido a ação da frutossiltransferase ou  $\beta$ -frutofuranosidase. (TUOHY *et al.*, 2005; KRUGER *et al.*, 2003 e BORGES, 1997).

Os fruto – oligossacarídeos são polímeros naturais de frutose, são resistente totalmente ao processo de digestão do trato gastrointestinal, sendo utilizado como substrato pelas bifidobactérias e lactobacillus do colón, promovendo então a saúde da mucosa intestinal (ROBERFROID, 2001).

Além de agir seletivamente no crescimento das bifidobactérias e lactobacillus no intestino grosso, o FOS exerce função muito importante na fermentação intestinal, tendo como seu principal produto gerado na digestão do FOS os ácidos graxos de cadeia curta (HAWTHORNE & ABRAMS, 2008).

Sua principal função é aumentar o crescimento da microbiota intestinal, aliviando assim a constipação intestinal e melhorando o nível de ácido graxos de cadeia curta na corrente sanguínea (BUBDINGTON, DONAHV, e BUBDINGTON, 2002).

Devido sua ação prebiótica o FOS, atua no crescimento das bifidobactérias, agindo de forma indireta estimulando para que os micro – organismos benéficos exerçam função de inibição das bactérias patogênicas, reduzindo o pH intestinal, estimulando o sistema imune, controlando a função intestinal, há um aumento na absorção de minerais e redução dos níveis de colesterol na corrente sanguínea, atuam também para que haja um aumento na produção de vitaminas B e K. Estas funções atuam prevenindo o câncer de cólon (HAWTHORNE & ABRAMS, 2008; GIBSON, 2004; MACFARLANE, STEED, & MACFARLANE, 2007; SEIFERT & WATZL, 2008).

Funções fisiológicas também são desenvolvidas pelo FOS que causa uma otimização intestinal, devido o efeito de redução de metabólitos tóxicos, controle da pressão arterial, melhoria na biodisponibilidade do cálcio fazendo com que a absorção deste mineral aumente e redução do colesterol presente no sangue (SCHOLZ-AHRENS, *et al.*, 2001).

O FOS atua de forma indiretamente em relação ao câncer, pois este atuam através de produções de altas concentrações de ácido graxos de cadeia curta, os butiratos, propionatos e acetatos que são produzidas a partir da fermentação de carboidratos não digeríveis como o FOS, e estes produtos são utilizados como fonte de energia pelas células epiteliais do cólon. Fazendo com que os agentes genotóxicos presentes no intestino sejam reduzidos e a produção de ácidos graxos de cadeia curta como o butirato, aumente e então desativem os componentes tóxicos nas células do cólon de humanos diminua a formação de DNA e participe na diferenciação celular (CUMMINGS, MACFARLANE, e NENGLYST, 2001; DUGGAN, GANNON, e WALKER, 2002).

O FOS possui boa solubilidade em água e apresenta uma doçura que corresponde a cerca de 30% do açúcar de mesa, possuindo 1,5 kcal (ROBERFROID, 2002) devido a estas características de possuir um poder adoçante alto, relativamente, e quase não possuir calorias é utilizado como substituto do açúcar com apelo funcional, devido a sua função prebiótica (COUSSEMENT, 1999).

De acordo com as características apresentadas, o FOS pode ser usado em formulação de sorvete e sobremesas lácteas que levem no rótulo ‘açúcar reduzido’, ‘sem adição de açúcar’, ‘calorias reduzidas’ em formulações para diabéticos, em produtos ‘funcionais’ que exerçam efeito nutricional adicional (BORNET *et al.*, 2002; HAULY e MOSCATTO, 2002).

## 2.6 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial trata-se de uma prática que estuda a relação entre os estímulos físicos e as respostas subjetivas apresentadas pelos assessores. Estes estímulos se convertem em sinal nervoso que caminham até o cérebro, onde são interpretados, organizados e transformados em percepções. Para que tal avaliação seja feita os indivíduos usam os sentidos da visão, audição, tato, gosto e olfato (MEILGAARD, *et al.*, 2004).

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas, a análise sensorial é usada para evocar, medir e interpretar reações das características dos alimentos, produtos de higiene, carros e produtos químicos como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993).

O sistema sensorial é composto por receptores sensoriais, que são células epiteliais especializadas responsáveis pela transdução de sinais ambientais em sinais neurais. Essas terminações sensitivas do sistema nervoso periférico – transdutores sensoriais – são encontradas nos órgãos dos sentidos: pele, ouvido, olhos, língua e fossas nasais (COSTANZO, 2005). Através do tato pode-se sentir o frio, o calor; pela gustação são identificados os gostos; pelo olfato sente-se o odor ou cheiro; pela audição são percebidos os sons e; pela visão obtida através dos olhos pode-se observar a aparência, as cores, as formas, os contornos, entre outros (GUYTON, 1988).

A visão é o principal sistema sensorial utilizado pelos humanos para explorar e identificar objetos em seu ambiente, a qual é baseada na extração de características básicas, tais como o arranjo espacial dos contornos. Macro características geométricas, tais como orientação do objeto, forma e tamanho, são predominantemente processados pela modalidade visual (KALISCH *et al.*, 2012).

O olfato desempenha um papel importante em uma vasta gama de funções através de suas capacidades. Stevenson (2010) classifica a função olfativa em três categorias principais: as funções relacionadas ao comportamento de ingestão, prevenção dos riscos ambientais e a comunicação social. Hudson (1999) demonstra que o sistema olfativo normalmente identifica misturas químicas complexas no ambiente, que competem com infinitas fontes de estímulos presentes em produtos químicos puros em um fundo inodoro. Deste modo existe algo consciente no sistema olfativo que prioriza determinados compostos, mesmo que o indivíduo não se sinta capaz de escolher odores específicos.

O sentido humano de olfato pode detectar (PORTER *et al.*, 2007) e identificar os alimentos próprios para consumo (FALLON e ROZIN, 1983). Além disso, o cheiro pode modular o apetite, comportamentos alimentares, ou o estado nutricional (SEO e HUMMEL, 2009). O olfato também adverte contra possíveis ameaças (por exemplo, fezes, vômito, ou dejetos orgânicos) evocando nojo (STEVENSON *et al.*, 2010) e riscos não microbianos incluindo vazamento de gás, fumaça e materiais tóxicos acompanhados pelo medo (SANTOS *et al.*, 2004). Muitos mamíferos utilizam comportamentos similares aos humanos no que tange ao uso do olfato antes da ingestão de alimentos.

O sentido do paladar ou gustação confere ao ser humano e aos animais a capacidade de avaliar, em termos de gosto, tudo o que entra em contato com a cavidade oral, seja comida ou bebida. Considerando o nível elementar da função da gustação, essa avaliação serve para promover a ingestão de substâncias nutritivas e evitar o consumo de venenos potenciais ou outras toxinas (REUTTER & WITT, 1993).

As papilas gustativas são estruturas da mucosa, que emergem na superfície no sentido da cavidade oral, onde a probabilidade de ter contato com a saliva é muito maior. As papilas podem adotar formas diversas, entre as que se destacam as filiformes, fungiformes, foliadas e circunvaladas (REUTTER e WITT, 1993).

A audição é a percepção dos sons. Os sons são produzidos quando moléculas de ar (ou outro meio) são comprimidas em um ritmo regular produzindo uma onda sonora que podem ser captadas pela orelha. A orelha é o órgão sensorial humano responsável pela percepção da audição (HENRY GRAY, 1988).

Os alimentos originam ao serem consumidos certos sons característicos esperados pelo consumidor por sua experiência previa com determinado tipo de alimento. Os sons produzidos pela mordida ou mastigação complementam a percepção de textura e a satisfação de comer (DUTCOSKY, 2009).

O tato é toda a sensibilidade cutânea humana, é o reconhecimento da forma e estado dos corpos por meio do contato direto com a pele. Ao tocar o alimento com as mãos ou com a boca o indivíduo facilmente avalia sua textura, mais do que quando utiliza a visão e audição. A textura, considerada como o grau da dureza é definida como a força requerida para romper uma substância entre os dentes molares (sólidos) ou entre a língua e o palato (semi – sólidos) (CHAVEZ, 1993).

A análise sensorial é regida por quatro fatores de extrema importância para que seus dados sejam interpretados e avaliados corretamente, sendo eles definir o problema, ou seja, ter em mente o que se quer avaliar; a forma como o teste será apresentado a codificação das amostras e similaridade das amostras; instrumento que irá avaliar as respostas, a ficha sensorial; e a interpretação dos resultados, que deve ocorrer de forma coerente e correta, para que os resultados sejam apurados e interpretados corretamente (MEILGAARD *et al.*, 2004).

Os testes sensoriais podem ser utilizados de diferentes formas e com diferentes objetivos. Os testes discriminativos são utilizados para identificar se existe diferença significativa entre duas amostras ou mais, agora se a análise possuir mais de duas amostras e o objetivo é descobrir se existe diferença e qual é a grandeza da diferença testes descritivos devem ser aplicados. Já testes afetivos são utilizados para avaliar a aceitação ou preferência de um determinado produto em relação a outro semelhante ou não. A Figura 7 exemplifica o processo da análise sensorial (STONE & SIDEL, 2003).

Por meio da análise sensorial características relativas a qualidade sensorial do produto são identificadas e adequadamente estudadas a partir dos testes sensoriais específicos para cada situação desejada (MINIM *et al.*, 2006).

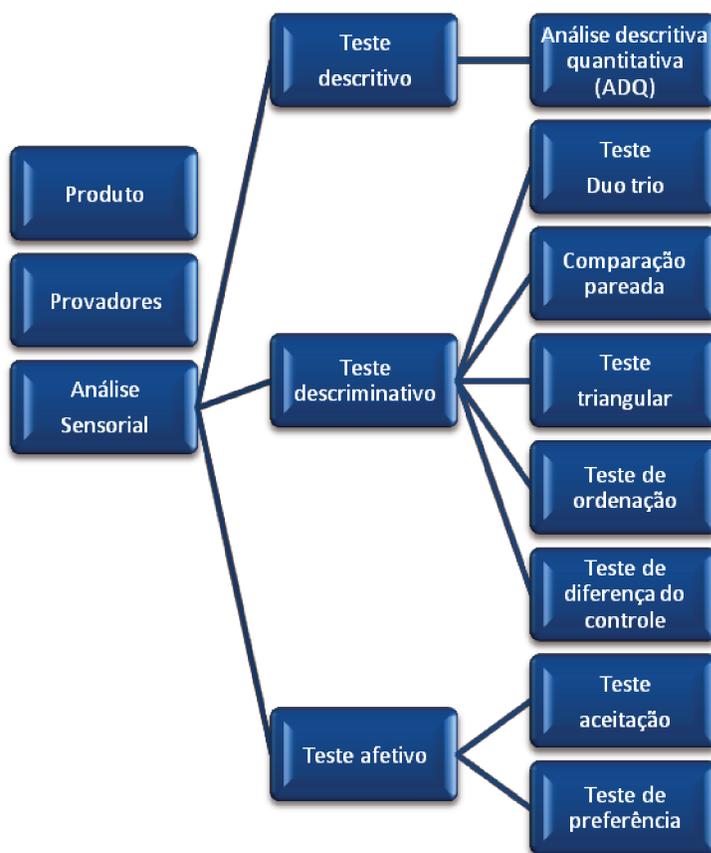


Figura 7. Fluxograma de processo análise sensorial

### 2.6.1 Análises descritivas (ADQ®)

A análise descritiva quantitativa é um método sofisticado que pode ser empregado para analisar diversos produtos com o intuito de estabelecer uma base para que semelhanças e diferenças sejam identificadas e estas características previamente mapeadas sejam utilizadas para verificar quais atributos sensoriais são realmente importantes para a aceitação do produto (STONE; SIDEL, 2004). A ADQ® é um método que possui inúmeras aplicações como avaliação de vida de prateleira, a fim de se identificar possíveis reações de alteração durante o período de armazenamento, acompanhamento de concorrência entre produtos, desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade de produtos industrializados e relação entre testes físico - químicos e sensoriais (MEILGAARD *et al.*, 2004).

A análise descritiva quantitativa permite que seja traçado um perfil sensorial dos produtos avaliados e quando avaliado concomitantemente ao teste afetivo de análise de consumidor pode se obter informações e conclusões relevantes e importantes. As características sensoriais levantadas e quantificadas na forma de intensidade estão presentes nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores e verificar ainda em que diferem os produtos avaliados, podendo se então definir o que deve ser mantido ou atenuado para que o produto possa superar as características do concorrente (STONE *et al.*, 1974).

STONE e SIDEL (2004) caracterizam a ADQ como uma metodologia sensorial que fornece descrições quantitativas de produtos através da avaliação e percepção de um grupo de pessoas treinadas para identificar e quantificar essas características levantadas pelo grupo. A ADQ é uma descrição sensorial total, desta forma, leva em conta todas as sensações percebidas (visuais, auditivas, olfativas, cinestésicas, etc.) durante a avaliação do produto.

Para que os produtos sejam analisados de forma correta utilizam-se testes descritivos com consumidores treinados, técnica esta que é muito utilizada em empresas para que seus produtos sejam analisados de forma consistente (LAWLESS & HEYMANN, 1999).

A análise de componentes principais (ACP) é a técnica estatística multivariada mais amplamente utilizada em análise sensorial. O principal objetivo da ACP é a maior explicação possível da variabilidade dos dados brutos com o menor número possível de componentes principais. ACP utilizando matriz de covariância deve ser usada na maioria dos casos onde as escalas sensoriais são as mesmas para todos os atributos (BORGOGNONE; BUSSI; HOUGH, 2001).

CADENA *et al.*, (2012) utilizou em seu estudo a ADQ para avaliar seis amostras de sorvete de creme divididos em tradicional e light, onde foi utilizado 11 provadores treinados que levantaram 22 atributos sensoriais nos sorvetes. No teste Cadena *et al.*, (2012), pode concluir que as amostras se diferenciaram pelos atributos: cor amarela, brilho, aroma doce, aroma de chocolate branco, aroma de gordura hidrogenada vegetal, gosto doce, sabor de chocolate branco e sabor de gordura vegetal.

## 2.6.2 Análise múltipla de tempo - intensidade

A análise múltipla de Tempo – Intensidade é um teste que avalia as sensações sensoriais despertadas pelos alimentos, enquanto estão em contato com a mucosa oral, ou seja, durante o período de mastigação, respiração, salivação, movimento da língua e ingestão. Todos os estímulos em forma de atributos sensoriais, gosto, aroma, textura, sabor e sensações térmicas são captados e analisados por um software Time-Intensity Analysis of Food and Tastes – TIAFT no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2012; BOLINI-CARDELLO *et al*, 2003; ARAZI, 2001; LAWLESS & HEYMANN, 1999; LEE & PANGBORN, 1986).

A análise de tempo intensidade (TI) é uma tentativa de mensurar as sensações percebidas pelos provadores em função do tempo. O método faz com que os provadores transmitam informações em tempos reais importantes das sensações identificadas. Os provadores durante o teste estão continuamente monitorando as sensações percebidas do começo (momento em que colocam o alimento na boca) ao fim (após a deglutição e ao ouvir o sinal sonoro soado pelo programa) o analista sensorial está apto para quantificar as contínuas mudanças na percepção que ocorrem no respectivo atributo ao longo do tempo previamente determinado (LAWLESS; HEYMANN, 1999).

Técnicas unipontuais de mensuração de respostas sensoriais, tais como estimação de magnitude e escalas de categoria, contêm apenas uma quantidade limitada de informação. As técnicas de coleta de dados tempo-intensidade (TI) fornecem muito mais informação, direcionando aspectos relacionados à duração bem como à quantificação da intensidade. Finalmente, pode-se considerar que as técnicas tempo - intensidade são mais eficientes em termos de taxa de aquisição de informação (LEE III, 1989). Por tudo isso, a técnica tempo-intensidade popularizou-se como um método sensorial aplicado (CLARK; LAWLESS, 1994).

O perfil sensorial de tempo intensidade determina uma relação gráfica entre a força percebida de um único atributo e a duração de sua percepção na boca durante o consumo (BURGUER, 1992).

Na avaliação de alimentos cuja substituição de um ingrediente altera suas características de doçura em relação ao tempo, os estudos de tempo-intensidade são essenciais na análise dos fatores que afetam o processamento do produto (NOBLE; MATYSIAK; BONNANS, 1991).

A percepção da doçura é um processo de avaliação em decorrer do tempo para a completa caracterização, especialmente quando são comparadas as propriedades sensoriais de produtos adoçados com edulcorantes que são carboidratos (sacarose, frutose, etc.) com aqueles adoçados com edulcorantes sintéticos (aspartame, sucralose, neotame, estévia, etc.). As técnicas de análise descritiva e de tempo-intensidade podem ser consideradas complementares, uma vez que os estudos de tempo-intensidade focam um único atributo em cada momento da sua percepção, ao passo que a análise descritiva proporciona um perfil completo do produto, em um único momento (BOLINI-CARDELLO; SILVA; DAMÁSIO, 2003).

### **2.6.3 Análise de aceitação**

Os testes afetivos também desempenham um papel muito importante na análise sensorial, pois são eles que permitem que a opinião direta do consumidor sobre as características de um determinado produto seja avaliada.

A escala hedônica estruturada ou não é o método mais utilizado devido sua simplicidade, confiabilidade e validade de seus resultados quando utilizado com a intenção de medir a aceitação de um grupo de julgadores (STONE; SIDEL, 2004).

Os dados obtidos através de uma análise que utilizou escala hedônica como ferramenta são submetidos à análise multivariada (ANOVA) juntamente com teste de médias de Tukey, que vai verificar se as amostras apresentam diferenças significativas entre as médias dos atributos avaliados, em nível de confiança de 95% (STONE; SIDEL, 2004; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2004).

Os testes afetivos não requerem que os provadores sejam treinados e são importantes exatamente por expressarem a opinião dos consumidores sobre o produto a ser testado (MININ; DELLA LUCIA; CARNEIRO, 2006).

A análise de aceitação tem como objetivo a obtenção de informações importantes refletidas no grau em que os consumidores gostaram ou desgostaram de tal produto. É uma

técnica muito utilizada a fim de se comparar produtos concorrentes, no lançamento de novos produtos e melhoria na qualidade sensorial. A escala hedônica de nove pontos é a mais utilizada para medir a aceitação de um grupo de provadores, devido a sua simplicidade, confiabilidade e validade nos resultados (STONE, SIDEL, 2004).

No estudo realizado por CADENA *et al.*, (2010) foram avaliadas 6 amostras de sorvete de creme, sendo elas 3 com redução de açúcar e 3 com redução de gorduras. Os sorvetes foram avaliados por 117 consumidores através de escala hedônica de 9 centímetros não estruturada. Todas amostras avaliadas foram aceitas sensorialmente para os atributos de aroma, sabor e textura, porém apresentaram diferença significativa em nível de 5% em textura. Já no atributo sabor três amostras diferiram das demais obtendo maior aceitação que as amostras LIG1 (sorvete light da marca 1) e LIG3 (sorvete light da marca 3). O estudo revela ainda que o atributo sabor foi o que mais influenciou na aceitação do produto perante aos consumidores.

#### **2.6.4 Doçura ideal e Estimação de Magnitude**

A escala do ideal é um dos métodos sensoriais mais utilizados para se mensurar a quantidade ideal de um determinado componente, a ser adicionado para provocar a melhor aceitação e preferência de um grupo de provadores. A escala do ideal é um dos métodos mais utilizados devido a sua validade e confiabilidade que os resultados apresentam. Na determinação da doçura ideal a equipe de provadores avaliam as amostras e registram suas respostas em escala específica, o quão ideal estas amostras estão, em relação ao atributo que se deseja avaliar, como por exemplo, a doçura (VICKERS, 1988).

Os dados obtidos da análise de doçura ideal são submetidos à análise estatísticas através de gráfico de distribuição das respostas sensoriais (em porcentagem), em função da concentração do componente que está variando e também por regressão linear simples entre os valores hedônicos e a concentração de componente que está variando (CARDOSO, BATTOCHIO e CARDELLO, 2004).

Para que um edulcorante possa ser utilizado na substituição da sacarose com excelência, é necessário realizar estudos que permitam o conhecimento prévio das concentrações dos adoçantes

a serem utilizados e suas doçuras equivalentes em sacarose. Tendo se em vista a necessidade do estudo prévio para que a substituição da sacarose ocorra de forma correta algumas metodologias podem ser aplicadas, a fim de se identificar o poder edulcorante de substâncias utilizadas na substituição da sacarose como: teste de ordenação, comparação pareada, estimativa de magnitude e comparação de um padrão de glicose com edulcorantes através de escala de intensidade. (CARDELLO, 1996) Porém o método mais aplicado para estimação de magnitude e representação gráfica dos resultados normalizados, através da Lei de Stevens ou “Power function” é o de Estimativa de Magnitude (MOSKOWITZ, 1970; STONE e OLIVER, 1969).

No método titulado como Estimativa de Magnitude, os provadores devem receber uma amostra referência com uma intensidade designada com um valor arbitrário, como por exemplo 100, seguida por uma série de amostras em ordem casualizada, com intensidades maiores ou menores que a referência. E os provadores devem estimar o poder edulcorante das amostras desconhecidas e atribuir notas a elas, em relação à referência. Por exemplo, se a amostra tiver o dobro do poder edulcorante da amostra referência, deverá ter valor 200, se for à metade 50, e assim por diante. Não se pode atribuir valor zero a qualquer amostra (STONE; OLIVER, 1969).

Os valores obtidos dos resultados dos provadores e os valores das concentrações avaliadas são normalizados, calculados os logaritmos desses resultados e colocados em um gráfico em coordenadas logarítmicas. Para cada adoçante (ou outro composto) é obtida uma reta, a qual obedece à Lei de Stevens, ou “Power function”:  $S = a C^n$ , onde S é o estímulo percebido, C é a concentração do estímulo, a é antilog do valor de Y no intercepto, e n é o coeficiente angular da reta. Regiões das retas dos adoçantes em que estão em mesmo nível, paralelo ao eixo da abscissa, possuem poder edulcorante equivalentes (MOSKOWITZ, 1970).

### **2.6.5 Regressão por mínimo de quadrados parciais**

A relação entre os dados obtidos com base nas características que descrevem um produto é um problema enfrentado pela análise sensorial. A identificação dessa relação entre as fontes, que são os atributos levantados sobre o produto, avaliação sensorial e preferência do consumidor

é fundamental para que a análise seja feita com êxito. A Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Squares Regression* (PLS) ) é uma técnica útil na análise de preferência do consumidor, que generaliza e combina características da análise de componentes principais (ACP) e regressão múltipla (ABDI, 2004).

A regressão por mínimos quadrados parciais troca as variáveis originais por um sub - conjunto truncado das variáveis latentes dos dados originais. Foi desenvolvida na década de 70 por Herman Wold (COSTA FILHO, 1998; MESSERCHMIDT, 1999). Esta técnica possui a finalidade de comparar preferências e relacioná-las com as características de qualidade do produto, auxiliando na segmentação do mercado em grupos definidos de consumidores. Assim, de acordo com Minim (2006) o produto pode ser introduzido no segmento correto do mercado ou ser otimizado a partir das principais características de qualidade e da indicação de preferência do consumidor.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O sorvete contendo prebiótico e com redução calórica foi formulado no Laboratório de Análise Sensorial, da Faculdade de Engenharia de Alimentos na Universidade Estadual de Campinas.

#### **3.1 MATERIAL**

##### **3.1.1 Matéria-Prima**

Para a elaboração das formulações de sorvete foram empregadas as seguintes matérias – primas: Leite em pó integral instantâneo Embaré<sup>®</sup>; Açúcar refinado UNIÃO<sup>®</sup>; Glucose em pó NUTRE<sup>®</sup>; Gordura vegetal em pó para sorvete PRATIGEL<sup>®</sup>; Estabilizante Starmixpremium KERRY DO BRASIL<sup>®</sup>; Saborizante: SIBER pó Creme Vanila KERRY DO BRASIL<sup>®</sup>; Água; Fruto – oligossacarídeo: Orafti<sup>®</sup> P95; Sucralose: Sweetmix<sup>®</sup>; Aspartame: All Chemistry do Brasil Ltda; Ciclamato: Tovani Benzaquen<sup>®</sup>; Sacarina: Tovani Benzaquen<sup>®</sup>; Neotame: Sweetmix<sup>®</sup>; Estévia: Estevita<sup>®</sup>.

##### **3.1.2 Equipamentos**

Os equipamentos utilizados na elaboração dos sorvetes foram: Balança eletrônica Semi Analítica Filizola<sup>®</sup>; Balança eletrônica analítica Filizola<sup>®</sup>; Peneiras Mesh 14 JOLLY; pHmetro digital Thermo Orion 420 HEXIS; vidrarias em geral; Sorveteira Cuisinart<sup>®</sup> ICE – 20 Series; Texturômetro Textura Analyser, modelo TA XT2; Color quest II Hunter Lab.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Formulação

Para a elaboração do sorvete sabor creme com fruto – oligossacarídeo (FOS) foi utilizada uma formulação padrão (A – sacarose). A partir desta foram obtidas mais cinco formulações diferentes com os edulcorantes aspartame (B), sucralose (C), neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina (F) na proporção de 2 : 1, respectivamente, em substituição total da sacarose.

A porcentagem de ingredientes contida na formulação padrão e com edulcorantes está apresentada na Tabela 6 e na Tabela 7 estão representadas as quantidades de edulcorantes utilizados na formulação do sorvete de creme com FOS.

**Tabela 6.** Formulação dos sorvetes de creme com FOS desenvolvidos no projeto

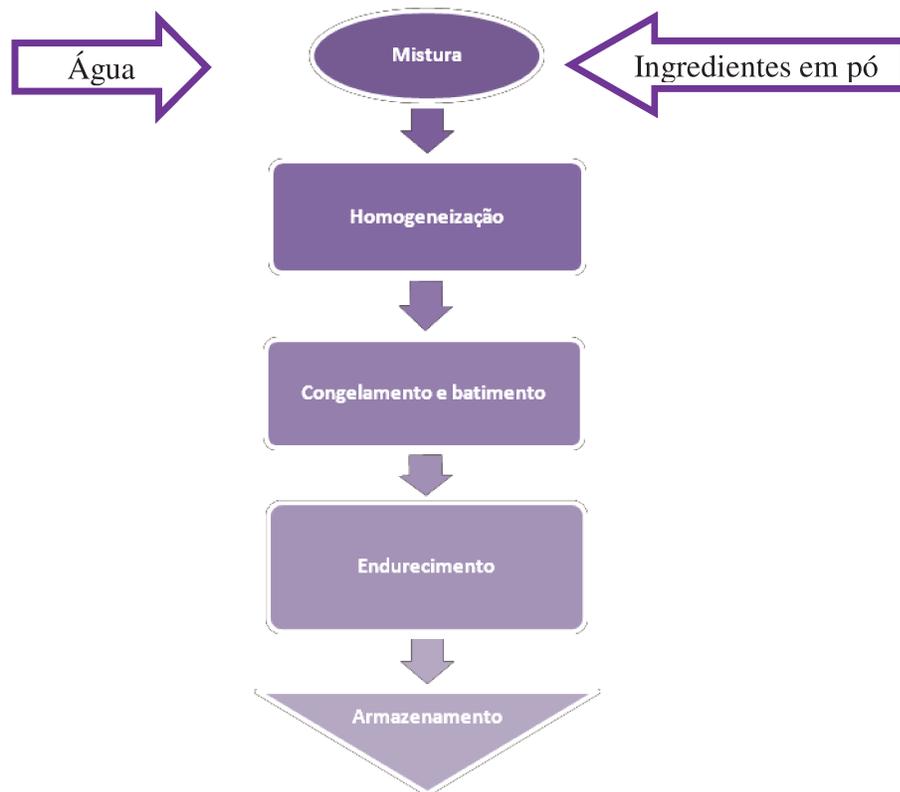
<b>Amostras</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Ingredientes</b>						
Leite	14,2%	16%	16%	16%	16%	16%
Água	61,7%	68%	68%	68%	68%	68%
Açúcar/ Edulcorantes	9,4%	0,05%	0,01%	0,001%	0,1%	0,03%
Gordura	4,9%	5%	5%	5%	5%	5%
Estabilizantes	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Glucose	3,5%	3,8%	3,8%	3,8%	3,8%	3,8%
Saborizante	3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%
FOS	3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%

Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2005.

**Tabela 7.** Porcentagem de edulcorantes no sorvete de creme com FOS

<b>Amostras</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Quantidade de edulcorantes (em %)</b>	9,4	0,05	0,01	0,0015	0,0908	0,0326

As etapas envolvidas na elaboração/ fabricação dos sorvetes estão apresentadas no fluxograma contido na Figura 8.



**Figura 8.** Processo de desenvolvimento do sorvete.

O processo de manufatura dos sorvetes de creme com FOS padrão e com edulcorantes está dividido em etapas. O processo tem início com a mistura de todos os ingredientes em pó dissolvidos em água a 45° C, a homogeneização da calda ocorre devido à agitação da mesma.

Durante o processo de batimento da calda o congelamento ocorre gradativamente aumentando a viscosidade da calda. O endurecimento da calda ocorre devido à troca de calor entre a calda e a parede da sorveteira previamente congelada.

Após 25 minutos na sorveteira o sorvete atinge uma temperatura de - 1 °C, aproximadamente, e então a massa é envasada em potes de 2 L e armazenada em freezer à (-18 °C).

### 3.2.2. Análises Físico-Químicas

#### 3.2.2.1. *Overrun*

Em béqueres de 100 mL foram pesadas às caldas e os sorvetes depois do congelamento. O *Overrun* foi determinado a partir do cálculo da equação 1 de Marshall, Goff e Hartel (2003), as análises foram feitas em triplicata.

$$\% \text{ Overrun} = \frac{(\text{peso da calda} - \text{peso do sorvete}) \times 100}{\text{Peso do sorvete}} \quad \text{Eq. 1}$$

#### 3.2.2.2. Velocidade do Derretimento

A medida da velocidade de derretimento foi realizada de acordo com o procedimento descrito por Marshall, Goff e Hartel, 2003. A análise foi feita em triplicata para as 6 amostras de sorvete previamente pesadas, contendo aproximadamente 250 g. As amostras foram acondicionadas em 6 peneiras com MESH 14, apoiadas em suportes para bureta com anel cíclico contendo um funil. Abaixo do funil havia uma proveta de 250 mL para coleta do sorvete derretido e avaliação da quantidade obtida através do tempo.

#### 3.2.2.3. pH

O pH foi medido de acordo com metodologia proposta por (PARK, 2006), utilizando 100 mL de cada amostra homogeneizada, as análises foram feitas em triplicata.

#### 3.2.2.4. Textura

A textura foi determinada com uso do texturômetro Textura Analyser, modelo TA XT2. Foi utilizado um probe cilíndrico de acrílico que apresentava 2 cm de diâmetro e 4 cm de altura

que penetrou 15mm na amostra (250g) a uma velocidade de 1,2mm/s. Durante a análise foi feito um controle rígido da temperatura das amostras com auxílio de um termômetro para que as mesmas se mantivessem a -10°C (AIME *et al*, 2001). O probe penetrou o sorvete no centro do béquer contendo as amostras, com a finalidade de avaliar os parâmetros de adesividade e firmeza dos sorvetes.

#### 3.2.2.5 Cor

A análise de cor tem como parâmetros L\*, a\* e b\* onde o L\* está associado á luminosidade da amostra, ou seja, o quanto de luz é absorvido, podendo variar de 0 a 100, sendo que os valores mais altos de L\* (próximos de 100) caracterizam as amostras mais claras e os menores valores de L\* (menores de 50) caracterizam as amostras mais escuras. A coordenada cromática a\* está associada à dimensão verde – vermelha, onde os valores positivos de a\* indicam amostra na região do verde. A coordenada cromática b\* está associada à dimensão azul – amarelo, onde valores positivos b\* indicam amostra na região amarela (ROLIM, *et al.*, 2010). A determinação da cor foi realizada através do colorímetro Hunter Lab, modelo Color Quest II, parâmetros L\*, a\*, b\*. Foram feitas 3 repetições para cada amostra de sorvete.

### 3.2.3. Análise Sensorial

#### 3.2.3.1 Recrutamento dos provadores

A análise sensorial dos sorvetes foi realizada no laboratório de análise sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição, situado na Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.

Para as análises foram recrutados indivíduos, que demonstrassem interesse em participar do teste, através da divulgação de cartazes espalhados pela comunidade da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Os indivíduos que participaram do teste não foram selecionados já que

o produto a ser analisado, não se trata de algo incomum, utilizado por indivíduos de classes específicas, ou seja, o sorvete de creme analisado é um produto consumido, por ambos os gêneros, classe social e idades.

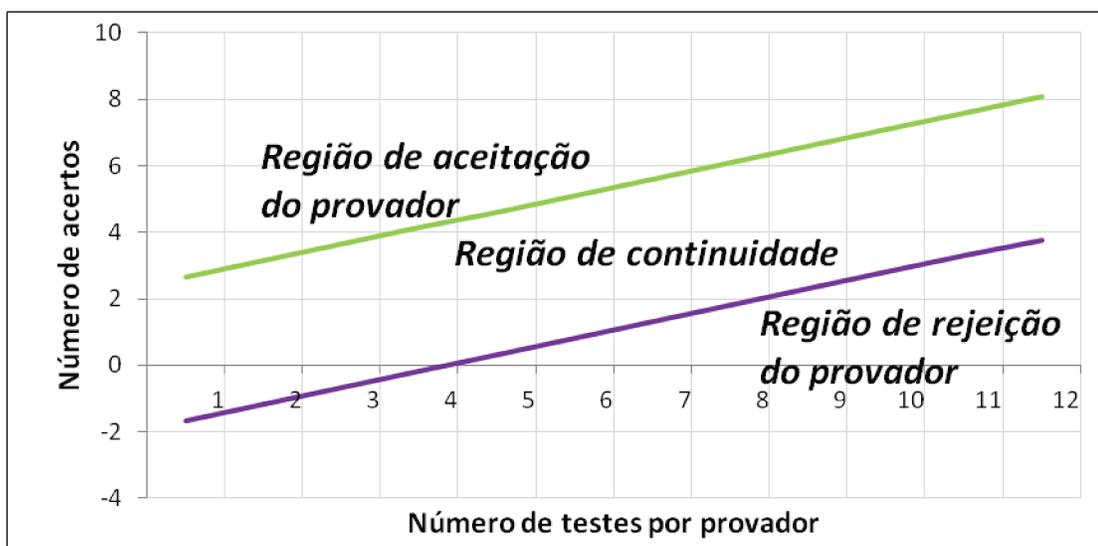
As pessoas que participarem do teste foram gratificadas com um brinde após terminar a análise do produto, podendo ser este brinde um bombom ou algum outro tipo de chocolate. As pessoas que participaram do teste possuíam total liberdade para abandonar, deixar o teste a qualquer momento sem justificativa.

### 3.3.2.2 Pré - seleção da equipe para análises de ADQ e TI

Para Análise Descritiva Quantitativa e a Análise de Tempo – Intensidade foi necessário que os assessores fossem previamente treinados e então selecionados (MEILGAARD *et al.*, 2004)

A seleção dos provadores provém de testes sensoriais simples, o teste triangular, que teve como objetivo verificar se os provadores conseguiam identificar diferença entre duas amostras, o teste triangular foi aplicado nove vezes para cada provador. Uma amostra controle e duas amostras da calda do sorvete de creme com diferença significativa em nível de 0,1% em relação à doçura das caldas dos sorvetes foi apresentada aos assessores, comprovada a diferença foi aplicada á análise sequencial de WALD, onde foram utilizados os valores para  $p = 0,45$  (máxima inabilidade aceitável),  $p1 = 0,70$  (mínima habilidade aceitável), e para os riscos  $\alpha = 0,05$  (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e  $\beta = 0,05$  (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial) (MEILGAARD *et al.*, 2004; BOLINI – CARDELLO *et al.*, 1999), onde os provadores selecionados a continuarem os testes obtiveram 7 acertos em 9 dos testes aplicados.

O gráfico obtido a partir destes valores e utilizado na seleção dos provadores está representado na Figura 9.



**Figura 9.** Gráfico para seleção dos provedores utilizando análise sequencial

### 3.3.2.3 Determinação da doçura ideal

MEILGAARD, *et al.*, (2004), definiu que a escala do ideal deve ser utilizada para definir a quantidade de doçura ideal identificada pelos assessores. Para que a doçura ideal seja definida, o composto utilizado para os testes é a sacarose, pois é considerada como uma doçura padrão (HOUGH, 2006).

O teste foi realizado com 63 consumidores, que através da escala do ideal identificaram qual era o dulçor ideal para eles, nas amostras de sorvete avaliadas foram entregues em sua temperatura de consumo (20g de sorvete à aproximadamente  $-10^{\circ}\text{C}$ ), em forma monádica, em copos plásticos de 30 mL identificados com algarismos de três dígitos previamente balanceados (Figura 10).

A análise dos resultados foi feita através do histograma de distribuição de respostas sensoriais, onde estas respostas foram dadas em porcentagem em função da concentração da sacarose adicionada ao sorvete e por regressão linear entre os valores hedônicos e concentração de sacarose (VICKERS, 1988).

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ :

**Ideal de doçura**

Amostra: \_\_\_\_\_

Indique na escala a abaixo, sua opinião em relação à doçura da amostra.

	Ideal	
Extremamente menos doce que o ideal		Extremamente mais doce que o ideal

Comentários: \_\_\_\_\_

Muito Obrigada!

**Figura 10.** Modelo de ficha utilizado no teste de Doçura Ideal.

#### 3.3.2.4 Determinação da equivalência de doçura

As amostras de sorvete com aspartame, sucralose, neotame, estévia e ciclamato/ sacarina, na proporção de 2:1, em 5 concentrações para cada edulcorante, 3,5%, 5,6%, 9%, 14,4% e 23%, foram entregues aos assessores apresentadas em blocos completos balanceados, com uma amostra controle contendo o sorvete padrão adoçado com sacarose na concentração (9%) em que se desejava determinar a equivalência de doçura. As amostras apresentavam uma temperatura de aproximadamente – 10° C. O Método de Estimação de Magnitude (STONE & OLIVER 1969) foi utilizado para que ocorresse a medida da doçura relativa dos edulcorantes e da mistura de edulcorantes, este método proporciona uma medida quantitativa direta da intensidade subjetiva de doçura. Foram previamente selecionados 21 assessores, a partir do poder discriminativo do dulçor entre as amostras, através de análise sequencial de WALD, estes foram treinados para que utilizassem escalas de magnitude com padrões de intensidade de doçuras diferentes (AMERINE *et al.*, 1965) (Figura 11).

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ :

### Teste de equivalência de doçura

Por favor, prove primeiramente a amostra de sorvete de creme (**R**), cuja intensidade de doçura é 100. Em seguida, avalie a intensidade de doçura de cada amostra codificada em relação à amostra referência. Por exemplo, se a amostra codificada for duas vezes mais doce que a amostra R, atribua a ela o valor 200; se a amostra for duas vezes menos doce que a amostra R, atribua a ela o valor 50, e assim por diante.

Amostra	Magnitude
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentários: \_\_\_\_\_

Muito Obrigada!

**Figura 11.** Ficha utilizada no teste de equivalência de doçura.

#### 3.3.2.5 Análise descritiva quantitativa

A análise descritiva quantitativa foi realizada com 18 assessores, pré - selecionados que fizeram a identificação dos termos descritores sensoriais das amostras de sorvete de creme, utilizando o método de rede (Repertory Grid Kelly's Method – MOSKOWITZ, 1983) (Figura 12). A partir dos termos descritores levantados, foi gerada uma ficha de avaliação com escalas não estruturadas de 9 centímetros, com extremos denominados “fraco” e “forte”, “nenhum” e “muito/ pouco”, “pouco” e “muito” (Figura 13).

Então foram realizados os testes, para a seleção da equipe definitiva para a análise descritiva quantitativa, utilizando a ficha elaborada com as escalas de intensidade para os termos definidos. Os candidatos foram selecionados com base no poder de discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância entre os provadores (DAMÁSIO & COSTELL, 1991), verificada através de análise de variância de dois fatores (amostra e repetição) para cada provador

em relação a cada atributo. A equipe selecionada foi então, treinada para realizar a análise descritiva quantitativa (STONE *et al.*, 1974).

As amostras foram apresentadas codificadas com algarismos de três dígitos, de forma monádica (STONE & SIDEL, 2003), com quatro repetições, juntamente com as fichas geradas contendo os termos descritores, em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial da UNICAMP.

**MÉTODO DE REDE**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Por favor, agrupe as amostras duas a duas compare a Aparência, das amostras em cada par e descreva abaixo em que elas são similares e diferentes. A seguir, repita o mesmo procedimento em relação ao Aroma, Sabor e Textura das amostras.

Amostras: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

SIMILARIDADES	DIFERENÇAS
Aparência:	Aparência:
Aroma:	Aroma:
Sabor:	Sabor:
Textura:	Textura:

**Figura 12.** Ficha sensorial utilizada para levantamento dos termos descritores.

APARÊNCIA	
Cor amarela	
-----	
Fraco	Forte
Cristais de gelo:	
-----	
Nenhum	Muito

**Figura 13.** Exemplo de ficha sensorial utilizada para avaliação dos atributos levantados na ADQ®

### 3.3.2.6 Análise múltipla de tempo intensidade

Os atributos sensoriais mais importantes, doçura e amargor, determinados na análise descritiva quantitativa foram também analisados quanto à intensidade em função do tempo pela Análise múltipla de tempo – intensidade, separadamente, para cada atributo sensorial que foi analisado.

A coleta de dados para a análise múltipla de tempo – intensidade foi realizada em computador, com o software Time-Intensity Analysis of Food and Tastes - TIAFT (UNICAMP, 2012; BOLINI – CARDELLO *et al.* 2003), desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP.

A análise de tempo – intensidade foi realizada com 17 assessores, os mesmo que realizaram a ADQ, treinados para que possúissem a habilidade para o teste interativo com o computador, e que pudessem ainda discriminar as amostras e repetir seus resultados com concordância com a equipe analisados a partir de análise de variância de dois fatores (amostra e repetição) para cada provador em relação a cada parâmetro da curva obtida (DAMÁSIO & COSTELL, 1991).

Os provadores realizaram avaliações de atributos pré - determinados das amostras de sorvete com prebiótico e edulcorantes. As amostras foram apresentadas monadicamente com quatro repetições, aonde a intensidade era registrada em função do tempo percorrido na escala do

monitor com o uso do “mouse” em uma escala de dez pontos (0 – nenhum, 5 – moderado e 10 forte) (MELO et al., 2007).

Os provadores foram selecionados e então treinados para utilizarem o computador e registrarem as sensações percebidas na escala do monitor com precisão e confiabilidade. Através do programa SCDTI (Sistema de Coleta de Dados Tempo – Intensidade) foram analisados os dados coletados em cada sessão e determinados os valores de: Intensidade máxima registrada, tempo em que a intensidade máxima foi registrada, tempo após a ingestão da amostra em que o atributo avaliado deixou de ser percebido pelo provador, gráfico da curva tempo x intensidade e área sob a curva tempo x intensidade.

### 3.3.2.7 Análise de aceitação e atitude de compra

A análise de aceitação foi realizada em relação aos seguintes atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. As amostras foram apresentadas aos provadores através de apresentação em blocos completos balanceados de forma monádica. (MACFIE, 1989)

A análise foi feita com 123 consumidores, sendo eles o público alvo, ou seja, consumidores do produto. Foi utilizada escala hedônica não estruturada de 9 centímetros (STONE & SIDEL, 2003)

Nesta mesma ficha, Figura 14, utilizada para análise de aceitação, foi avaliada também a atitude de compra do produto pelo consumidor, com uma escala 5 pontos (MEILGAARD *et al.*, 2004).

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ :

Por favor, prove as amostra codificada de Sorvete de Creme e avalie o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação aos atributos de APARÊNCIA, AROMA, SABOR, TEXTURA E IMPRESSÃO GLOBAL. Utilizando a escala a baixo.

**Amostra**

**Aparência**

\_\_\_\_\_

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

**Aroma**

\_\_\_\_\_

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

**Sabor**

\_\_\_\_\_

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

**Textura**

\_\_\_\_\_

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

**Impressão Global**

\_\_\_\_\_

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

Por favor, indique na escala abaixo qual seria a sua atitude de compra se este produto estivesse à venda:

- ( ) Certamente compraria
- ( ) Provavelmente compraria
- ( ) Tenho dúvidas se compraria ou não
- ( ) Provavelmente não compraria
- ( ) Certamente não compraria

Comentário:

Muito Obrigada!

**Figura 14.** Ficha sensorial utilizada para avaliar a aceitação e intenção de compra dos sorvetes.

### 3.3.2.8 Teste de Ordenação Preferência

O teste de ordenação preferência foi utilizado para que a quantidade de FOS utilizada na formulação do sorvete fosse definida, através da preferência dos consumidores que tinham que comparar as 3 amostras de sorvete de creme ao mesmo tempo e ordená-las em ordem crescente de preferência. O teste foi realizado com 64 consumidores da comunidade da FEA, convidados a partir de cartazes espalhados pela Faculdade. Os resultados foram analisados a partir do Método de Friedman (Tabela de Newell e Mac Farlane), que consiste em verificar a diferença crítica entre os totais da ordenação (DUTCOSKY, 1996) (Figura 15).

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____ Data: ____ / ____ / ____ :		
<b>Teste de Ordenação Preferência</b>		
Você está recendo 3 amostras de sorvete de creme, prove cada uma das amostras da esquerda para a direita, bebendo água entre as amostras e ordene – as em ordem crescente conforme a sua preferência.		
_____	_____	_____
- preferida		+ preferida
Comentários: _____		
Muito Obrigada!		

**Figura 15.** Modelo de ficha utilizado no teste de Ordenação Preferência.

### 3.3.2.9 Análises estatísticas

Os dados das análises físico-químicas e sensoriais foram submetidos a ANOVA e Testes de Médias de Tukey, com auxílio dos programas estatísticos SAS (2006) e FIZZ (2009), respectivamente.

Com os dados da ADQ foi realizada análise estatística multivariada, foi aplicada a análise por Mapa Interno de Preferência com os dados do teste de aceitação com consumidores e Mapa Externo de Preferência com os mesmos dados associados aos dados da Análise Descritiva Quantitativa.

Para correlação dos dados da ADQ com os dados de aceitação, com auxílio do programa XLSTAT (2005), será feito a *Partial Least Square* (PLS).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 TESTES FÍSICO – QUÍMICOS

#### 4.1.1 Análise da cor

Os resultados obtidos na análise de cor realizada com os sorvetes com prebiótico e edulcorantes, são apresentados na Tabela 8, revelam que as amostras não apresentaram diferença significativa, em nível de 5% em relação aos parâmetros de luminosidade (L\*) e na coordenada (a\*), mostrando que as mesmas são semelhantes quanto à luminosidade e à cor “verde”.

Quanto à coordenada b\* as amostras que continham aspartame (B), sucralose (C) e ciclamato/ Sacarina (F) em suas formulações não apresentaram diferença significativa entre si ( $p \geq 0,05$ ). Já as amostras que continham sacarose (A), neotame (D) e estévia (E) diferiram significativamente entre si em relação às demais quanto à cor amarela.

**Tabela 8.** Resultado da análise de cor dos sorvetes.

Amostra	L*	a*	b*
A	2 <sup>a</sup>	78,3600 <sup>a</sup>	11,2867 <sup>a</sup>
B	2 <sup>a</sup>	79,3267 <sup>a</sup>	9,9867 <sup>c</sup>
C	2 <sup>a</sup>	79,6667 <sup>a</sup>	10,1700 <sup>c</sup>
D	2 <sup>a</sup>	78,6133 <sup>a</sup>	9,3233 <sup>d</sup>
E	2 <sup>a</sup>	78,5567 <sup>a</sup>	10,7200 <sup>b</sup>
F	2 <sup>a</sup>	79,3433 <sup>a</sup>	10,0467 <sup>c</sup>

Médias com letras em comum na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de média de Tukey.

L\*= luminosidade; +a\*=vermelho -a\*=verde; +b\*amarelo -b\*=azul

Amostra: A (sacarose), B (aspartame), C (sucralose), D (neotame), E (estévia) e F (Ciclamato/Sacarina).

Analisando os resultados obtidos para a coordenada b\*, que representa a cor amarela da amostra, pode – se verificar que as amostra com sacarose (A) é a amostra que apresenta maior intensidade da coloração amarela, ou seja, é amostra mais escura, seguida da amostra com estévia

(E) que é a segunda amostra com maior intensidade da cor amarela. Por fim a amostra com neotame (D) em sua formulação foi considerada a amostra menos amarela.

#### 4.1.2 Textura instrumental

Os resultados da análise instrumental de textura expressos em N (Newton), podem ser visualizados na Tabela 9.

A partir dos resultados, pode se notar que as amostras apresentam a mesma dureza, pois não diferiram significativamente entre si ( $p \geq 0,05$ ). No estudo feito por Aime *et al.*, (2000) que analisou amostras de sorvetes de creme com diferentes concentrações de gordura encontrou valores maiores de dureza, estes valores variavam de 8,3 – 10,7N. Tal resultado pode ser explicado devido à diferença na quantidade de gordura das amostras, pois quanto maior a quantidade de gorduras e sólidos totais, menor a firmeza da amostra. A dureza das amostras consiste na força necessária para a compressão da amostra entre a língua e o palato.

Analisando o resultado de adesividade, nota-se que as amostras A (sacarose) e C (sucralose) são significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ), mas não apresentam diferença estatística em relação às demais, podendo – se concluir que a amostra A apresentou a menor adesividade e a amostra C a maior adesividade. Comparando tal resultado com o encontrado por Cavender & Kerr, (2011) que analisou amostras de sorvete com gomas, pode – se verificar que os sorvetes com FOS possuem uma adesividade bem maior do que os sorvetes com gomas, dependendo da quantidade utilizada, em sua formulação. A adesividade no sorvete consiste na força que une o sorvete a língua e o palato.

**Tabela 9.** Resultados da análise de textura do sorvete

Amostras	Firmeza	Adesividade
A	2,000 <sup>a</sup>	2,473 <sup>b</sup>
B	2,000 <sup>a</sup>	7,633 <sup>a, b</sup>
C	2,000 <sup>a</sup>	21,777 <sup>a</sup>
D	2,000 <sup>a</sup>	5,670 <sup>a, b</sup>
E	2,000 <sup>a</sup>	16,287 <sup>a, b</sup>
F	2,000 <sup>a</sup>	9,800 <sup>a, b</sup>

Médias com letras em comum na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de média de Tukey.

As amostra de sorvete são: A (sacarose), B (aspartame), C (sucralose), D (neotame), E (estévia) e F (Ciclamato/Sacarina 2:1).

### 4.1.3 *Overrun*

Através da Tabela 10, pode – se verificar que o *overrun* das amostras de sorvetes ficaram bem parecidos entre si, apresentando diferença somente nas amostras de aspartame (B) 36% e estévia (E) 39% de *overrun*. Já as amostras que possuem sacarose (A), sucralose (C), neotame (D) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) obtiveram valores de *overrun* bem próximos 49, 45, 48 e 46% de *overrun*. Porém estes valores encontrados estão bem distintos dos sorvetes comercializados onde a porcentagem de ar incorporada chega a 90% (CADENA, 2008), os valores são discrepantes devido o tipo de processamento realizado em ambos, onde no sorvete comercial é injetado ar e nas amostras de sorvete não houve esse procedimento, por ser uma máquina de sorvete “caseira”.

**Tabela 10.** *Overrun* das amostras de sorvete

<b>Amostra</b>	<b><i>Overrun</i></b>
<b>A</b>	49%
<b>B</b>	36%
<b>C</b>	45%
<b>D</b>	48%
<b>E</b>	39%
<b>F</b>	46%

Os sorvetes A, C, D e F estão de acordo com a Portaria n°266 da ANVISA (BRASIL, 2005) com relação ao “*overrun*”, visto que a legislação exige que o “*overrun*” mínimo seja de 45%. As amostra B e E apresentaram *Overrun* abaixo do que a legislação pede, porém o tipo de processamento realizado nas amostras, justifica tal resultado, pois não existe um controle na quantidade de ar que a sorveteira “caseira” incorpora no produto.

### 4.1.4 pH

O pH obtido das amostras não apresentaram diferença significativa entre si em nível de 5% e revelando que os edulcorantes utilizados não interferiram neste parâmetro físico – químico do sorvete, mantendo - se próximo à neutralidade em todas as amostras (Tabela 11).

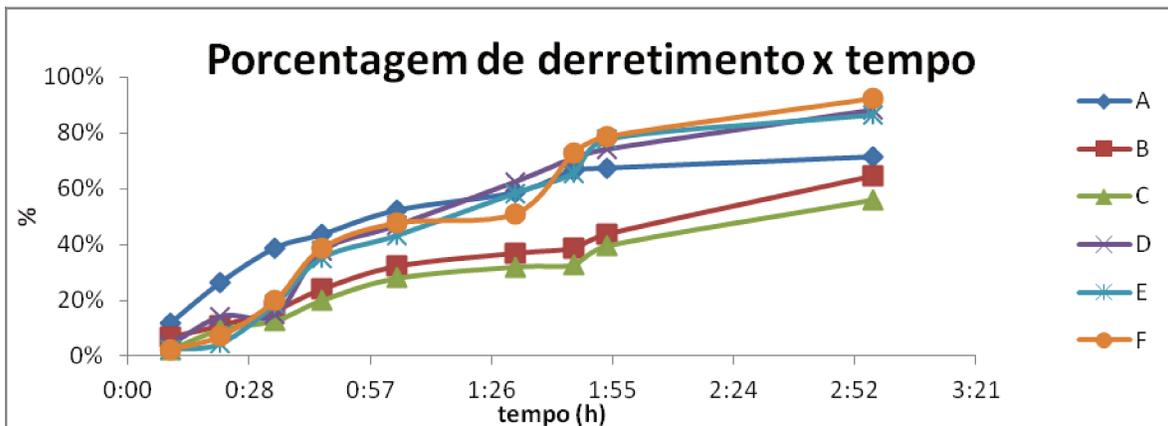
**Tabela 11.** pH das amostras de sorvete

Amostra	pH
A	6,3 <sup>a</sup>
B	6,3 <sup>a</sup>
C	6,4 <sup>a</sup>
D	6,5 <sup>a</sup>
E	6,4 <sup>a</sup>
F	6,5 <sup>a</sup>

#### 4.1.5 Velocidade de derretimento

A análise de ponto de fusão do sorvete tem como função verificar a resistência ao derretimento do sorvete, que consiste em determinar a quantidade de massa em função do tempo que passa pela peneira sob uma temperatura ambiente de 25 °C (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003).

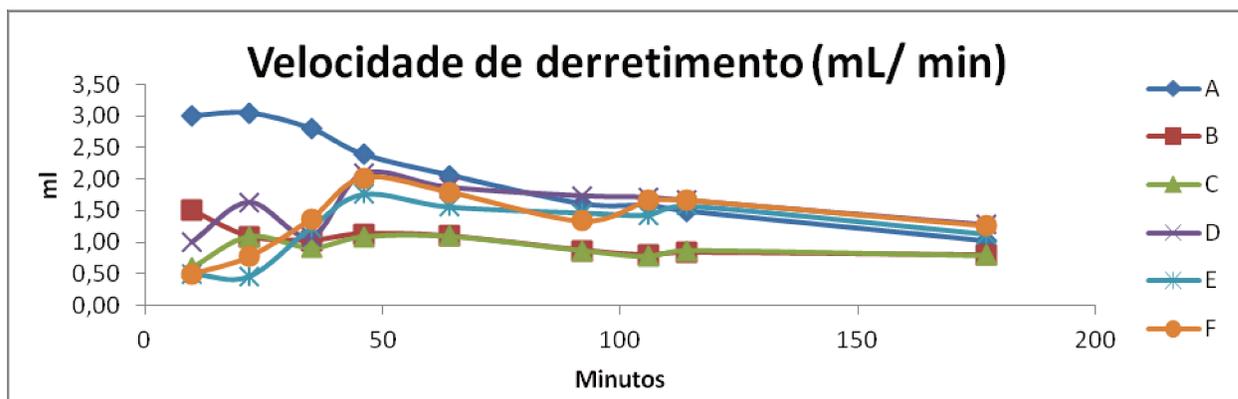
Analisando a Figura 16, pode se notar que as curva de derretimento (%) das amostras foram bem semelhante, porém a taxa de derretimento apresentou diferença.



**Figura 16.** Porcentagem de derretimento dos sorvetes em função do tempo em horas.

As amostras com sacarose (A), aspartame (B) e sucralose (C) em sua formulação apresentaram respectivamente uma taxa de derretimento próxima, sendo estas de 71, 64, 56%. Já as amostra com neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina (F) 2:1 na formulação

apresentaram as seguintes taxas de derretimento 88, 86 e 92% respectivamente, caracterizando então que as amostras com estes edulcorantes apresentam um ponto de fusão menor que as demais amostras, ou seja, derretem mais rapidamente em função do tempo de 2h52.



**Figura 17.** Velocidade de derretimento das amostras em função do tempo.

Na Figura 17 estão representadas as velocidades de derretimento das amostras de sorvete com prebiótico e edulcorantes em sua formulação, podendo – se então verificar que a amostra que apresentou a maior velocidade de derretimento no decorrer da análise foi aquela com sacarose em sua formulação (A), seguida da amostra de neotame (D), ciclamato/ sacarina 2: 1 (F), estévia (E), aspartame (B) e sucralose (C).

No início da análise a velocidade de derretimento das amostras era bem distinta uma das outras, porém no instante de 50 minutos as mesmas começaram a ser uma constante e se mantiveram até o final da análise. A amostra (A) que contém sacarose na sua formulação apresentou a maior velocidade inicial.

## 4.2 TESTES SENSORIAIS

### 4.2.1 Ordenação Preferência

Segundo a Portaria 27, de 13 de janeiro de 1998, para um alimento ser considerado como fonte fibras, este deve conter em sua formulação 3% de fibras a cada 100g de produto.

Pensando se nisso, em seguir a orientação da legislação, foi realizado um teste de ordenação preferência com a finalidade de identificar qual seria a formulação preferida dentre três preparadas com distintas concentrações, 0,6%, 1,1% e 1,6% de FOS na formulação.

O teste foi realizado com 64 provadores, que receberam as três amostras previamente delineadas, a fim de que as amostras fossem consumidas em todas as posições. Aos provadores foi solicitado que provassem as amostras e ordenassem as mesmas, em ordem decrescente de sua preferência.

Após a realização do teste os dados foram analisados a partir do método de Friedman, considerando ( $p \geq 0,05$ ).

Analisando os resultados apresentados na Tabela 12, nota – se que as amostras não diferem entre si em relação à preferência, indicando que a variação no teor de FOS adicionado não foi suficiente para interferir nas respostas dos julgadores.

**Tabela 12.** Resultados da análise de ordenação preferência

	<b>Amostras</b>		
	A	B	C
<b>Total de Ordenação</b>	136 <sup>a</sup>	119 <sup>a</sup>	127 <sup>a</sup>

Totais de ordenação com letras iguais não diferem significativamente.

A partir da resposta obtida com este teste, pode se escolher como formulação base para o desenvolvimento do trabalho a amostra A, que continha 3g de fibra por porção, devido não haver diferença em relação a preferência dos provadores e tal escolha se justifica ao custo do produto final já que com está quantidade de FOS o mesmo pode ser considerado como fonte de fibra e com um custo menor que as demais formulações, com uma quantidade maior de fibra em sua composição.

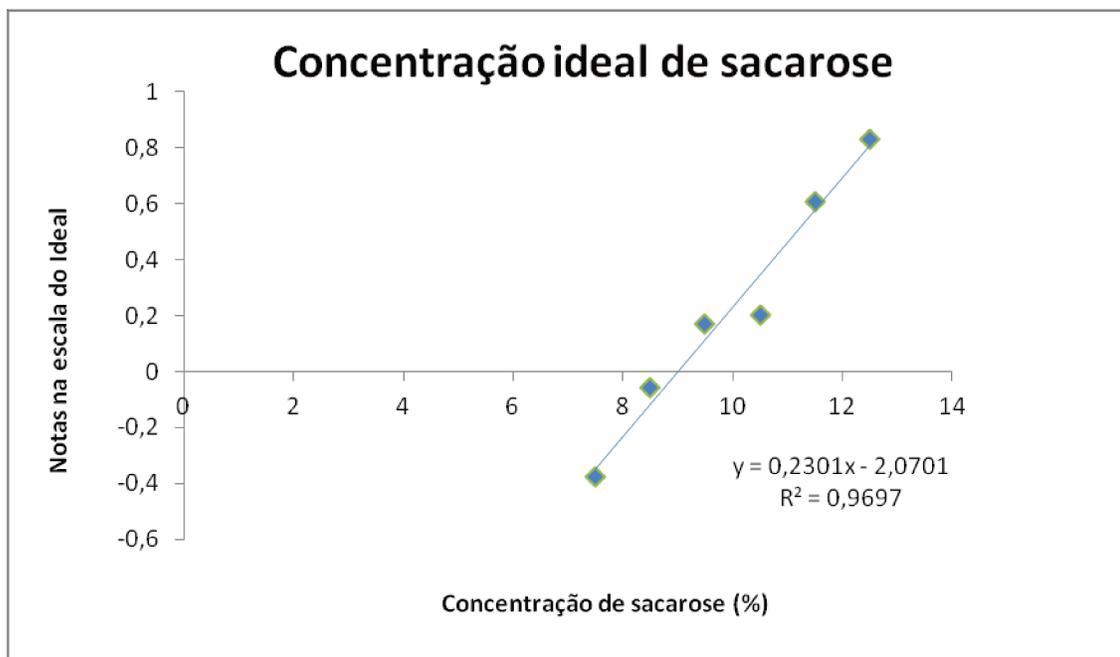
#### 4.2.2 Doçura ideal

A concentração ideal de sacarose (%) a ser adicionada ao sorvete de creme foi determinada através de um teste de aceitação, utilizando escala do ideal (“just-about-right”), conforme o método de Vickers (1988).

As amostras de sorvete com seis diferentes concentrações de sacarose foram avaliadas em relação à doçura em escala do ideal. As amostras foram apresentadas de forma monádica em copos plásticos codificados e previamente balanceados. O teste foi realizado por 63 consumidores que utilizaram a escala do ideal, sendo testadas as concentrações de 7,5%, 8,5%, 9,5%, 10,5%, 11,5% e 12,5% de sacarose.

Os provadores foram orientados a avaliar o quanto a doçura de cada uma das amostras se encontrava próxima do ideal, utilizando uma escala de 9 centímetros (Figura 10).

Os resultados do teste foram avaliados por análise de regressão linear simples. O teste utilizando escala do ideal permitiu verificar a opinião dos provadores a respeito da doçura do produto, possibilitando determinar a doçura ideal do sorvete de creme com FOS adoçado com sacarose. Os dados subjetivos foram transformados em valores numéricos correspondentes às categorias presentes na escala utilizada, de forma que a categoria “extremamente mais doce que o ideal” correspondia ao valor + 4, “extremamente menos doce que o ideal”, ao valor – 4 e a doçura “ideal” correspondia ao valor 0. Os valores médios obtidos de cada amostra foram submetidos à regressão linear simples em função das concentrações de sacarose. A partir da equação da reta obtida calculou-se a concentração ideal de sacarose a ser adicionada no sorvete de creme sendo esta de 9% de sacarose na formulação do sorvete (Figura 18).



**Figura 18.** Análise de regressão linear simples da doçura ideal do sorvete.

Souza, *et al.*, (2011) encontrou para o *petit suisse* a concentração ideal de sacarose de 17%; Reis, *et al.*, (2010) no iogurte de morango encontrou a concentração de 11,5% de sacarose, pode se então notar que o sorvete de creme apresentou uma doçura ideal semelhante ao iogurte de morango.

#### 4.2.3 Pré - seleção da equipe de ADQ e Tempo Intensidade

Para compor a equipe sensorial foi realizada uma pré-seleção dos 30 candidatos a participarem do teste, para tal foi empregada a Análise Sequencial de WALD (AMERINE, *et al.*, 1965) utilizando testes triangulares com a calda do sorvete que apresentavam diferença significativa ao nível de 0,1%. Para que fosse estabelecida a diferença entre as amostras de calda do sorvete foi realizado o teste pareado com os 30 candidatos, onde foram apresentados a estes as amostras de calda e foi comprovada a diferença entre elas. As concentrações utilizadas foram de 7 e 11%. Foram selecionados 18 provadores para realizarem a ADQ e TI.

#### 4.2.4 Determinação da Equivalência de Doçura no Sorvete de Creme

A Escala de Magnitude tem a função de definir a equivalência de doçura das amostras do sorvete de creme com edulcorantes com a amostra de sorvete de creme com sacarose em sua formulação.

A partir dos testes de pré - seleção da equipe sensorial foram aceitos 21 provadores que foram treinados para participar do teste de equivalência de doçura. As amostras com intensidades maiores ou menores que a referência foram apresentadas em blocos completos balanceados junto com uma amostra referência de sorvete de creme com 9% de sacarose, que representava o valor arbitrário de 100, concentração esta que desejava determinar a equivalência de doçura. Era solicitado então que os provadores estimassem as intensidades de doçura das amostras codificadas em relação à referência, por exemplo, se a amostra apresentasse o dobro da doçura, deveria receber o valor 200, se apresentasse a metade da doçura, 50 e assim por diante.

As concentrações das amostras dos sorvetes com edulcorantes em equivalência de doçura em relação à amostra com sacarose foram determinadas em 3,5%, 5,6%, 9%, 14,4% e 23%. Estes valores de concentrações foram determinados por CARDELLO; SILVA & DAMÁSIO (1999) e utilizada por CARDOSO (2007) em suco de pêssego (Tabela 13).

**Tabela 13.** Concentrações para a equivalência de doçura a 9%.

<b>Edulcorante</b>	<b>Concentrações para a equivalência de doçura a 9%</b>				
Sacarose	3,5150	5,6250	9,0000	14,4000	23,0400
Aspartame	0,0214	0,0343	0,0550	0,0880	0,1408
Sucralose	0,0062	0,0100	0,0160	0,0256	0,0410
Neotame	0,0007	0,0010	0,0017	0,0027	0,0043
Estévia	0,0390	0,0625	0,1000	0,1600	0,2560
C/S (2:1)	0,0141	0,0225	0,0360	0,0576	0,0921

**Fonte:** CARDELLO – BOLINI, 1996; CARDOSO, 2007.

A determinação da equivalência de doçura foi realizada pelos 21 provadores selecionados e treinados.

Os valores logarítmicos das concentrações utilizadas (C) para cada edulcorante foram plotados contra os valores logarítmicos das magnitudes estimadas para os estímulos percebidos na forma de sensações (S), com o objetivo de se obter uma regressão linear dos pontos obtidos. A

reta encontrada é o resultado linearizado de potências simples e valores logaritimizadas, resultando na Equação 2, conhecida como Lei de Stevens ou Power Function (MOSKOWITZ, 1983).

$$S = a \cdot C^n$$

Onde: S = sensação percebida

C = concentração do estímulo

a = anilóg do valor de y no intercepto

n = coeficiente angular da reta obtida

A Tabela 14 apresenta os resultados obtidos no teste para cada edulcorante e nas Figuras 15 a 20 podem ser visualizados os resultados encontrados para a relação entre intensidade de doçura e concentração para cada edulcorante em coordenadas de log - log.

**Tabela 14.** Coeficiente angular, intercepto na ordenada, coeficiente de correlação linear e função de potência (“power function”) dos resultados obtidos nos testes utilizando escala de magnitude, para determinar as equivalências de doçura do aspartame, mistura ciclamato/sacarina 2:1, estévia, sucralose e neotame em relação à concentração de 9% de sacarose no sorvete de creme.

Edulcorante	Coeficiente angular	Intercepto na ordenada	R <sup>2</sup>	Função de potência (“Power function”)
Sacarose	0,8133	- 0,7760	0,9932	$S = 0,1674 \cdot C^{0,8133}$
Aspartame	0,6719	0,8467	0,9917	$S = 7,028 \cdot C^{0,6719}$
Sucralose	0,7461	1,3404	0,9685	$S = 21,897 \cdot C^{0,7461}$
Neotame	0,7543	2,0909	0,9534	$S = 123,28 \cdot C^{0,754}$
Estévia	0,5406	0,5406	0,9860	$S = 3,473 \cdot C^{0,5406}$
C/ S 2:1	0,7803	1,1264	0,9894	$S = 13,380 \cdot C^{0,7803}$

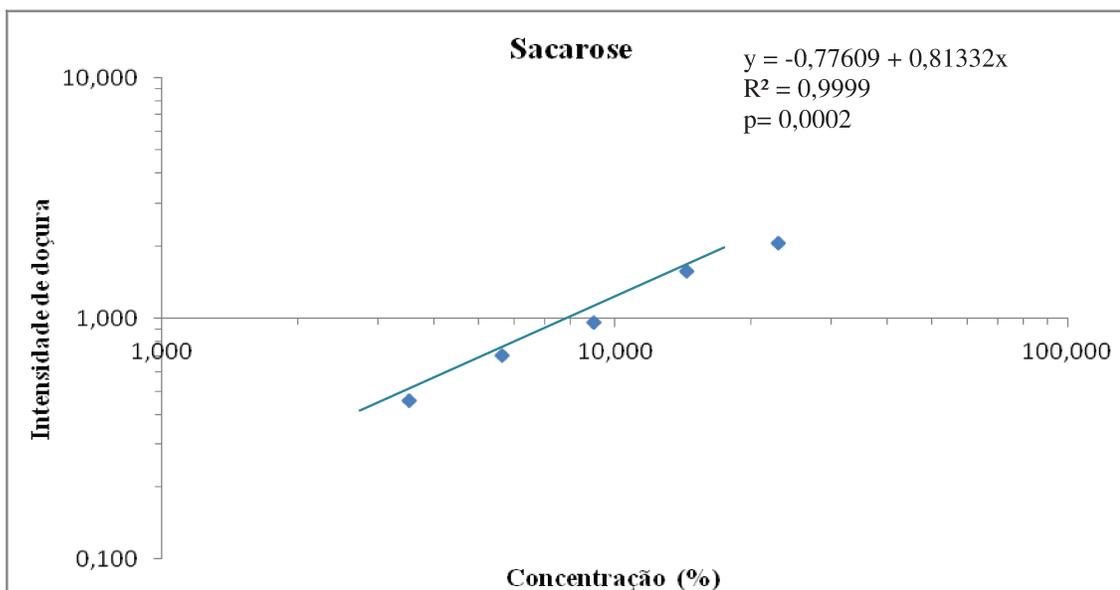
R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação

S = Estímulos percebidos como sensações (Valores de doçura relativa)

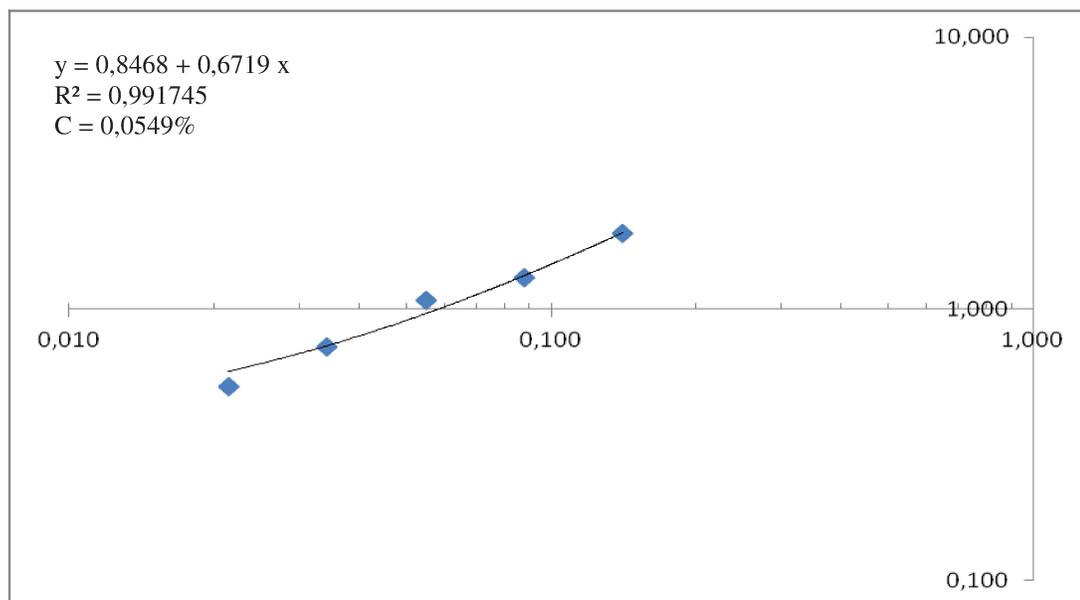
C = Concentrações utilizadas

Observação: Os resultados foram obtidos a partir de cinco pontos, sendo que cada um deles representava as médias das respostas de 21 provedores.

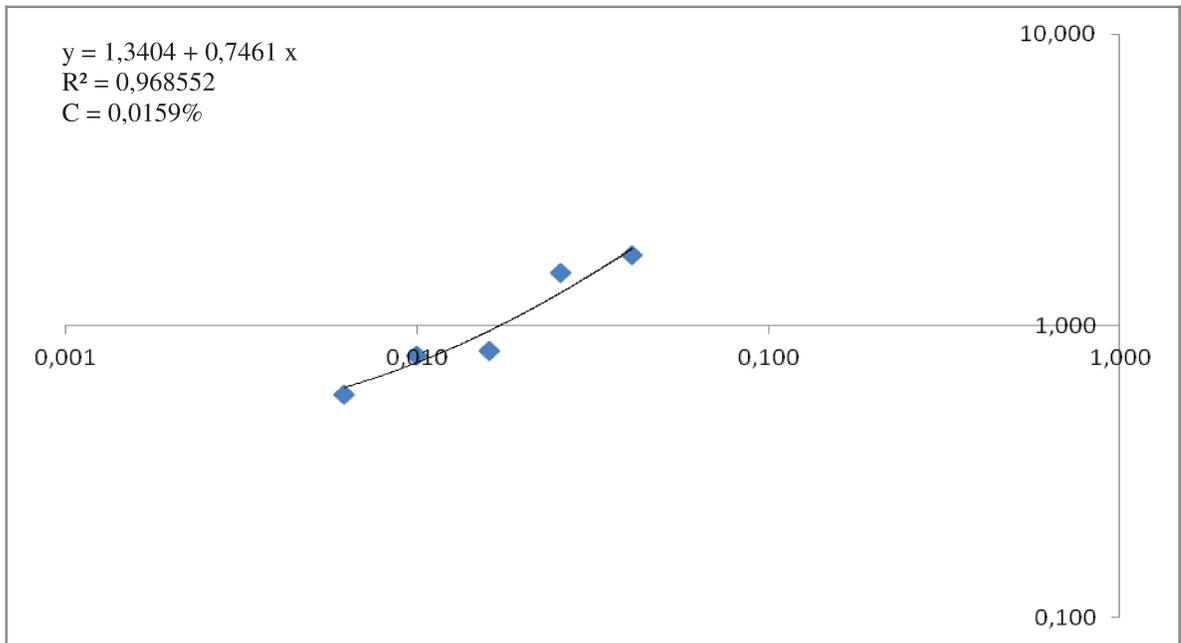
Através da Análise da Tabela 14 pode se verificar que todos os edulcorantes apresentaram valor de  $r^2$  maior que 0,95. Sendo os que aqueles que apresentaram os valores mais próximos de 1 são o aspartame, ciclamato /sacarina e estévia.



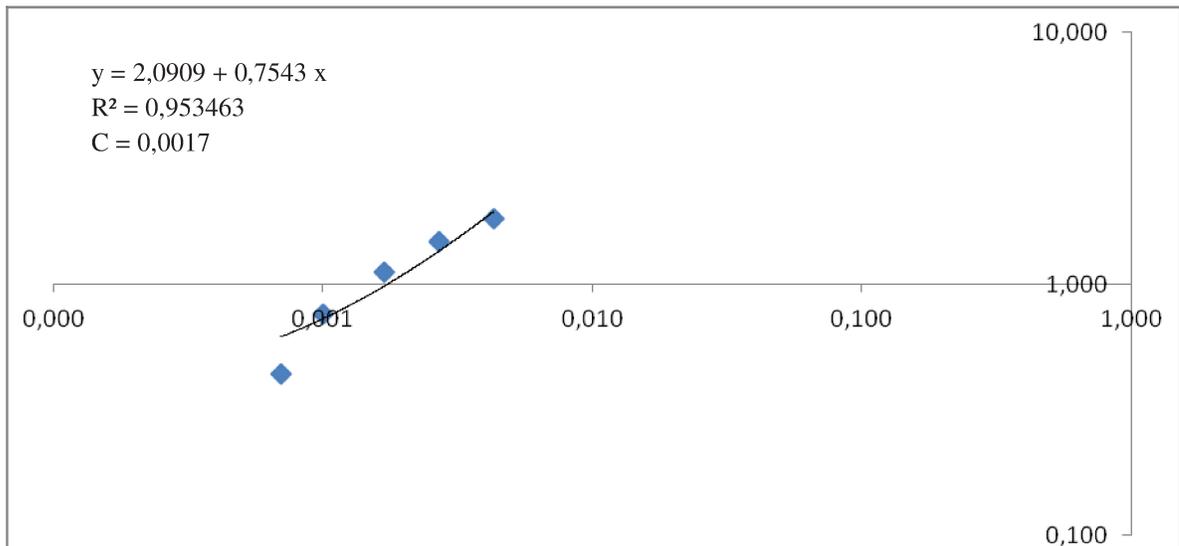
**Figura 19.** Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de sacarose no sorvete.



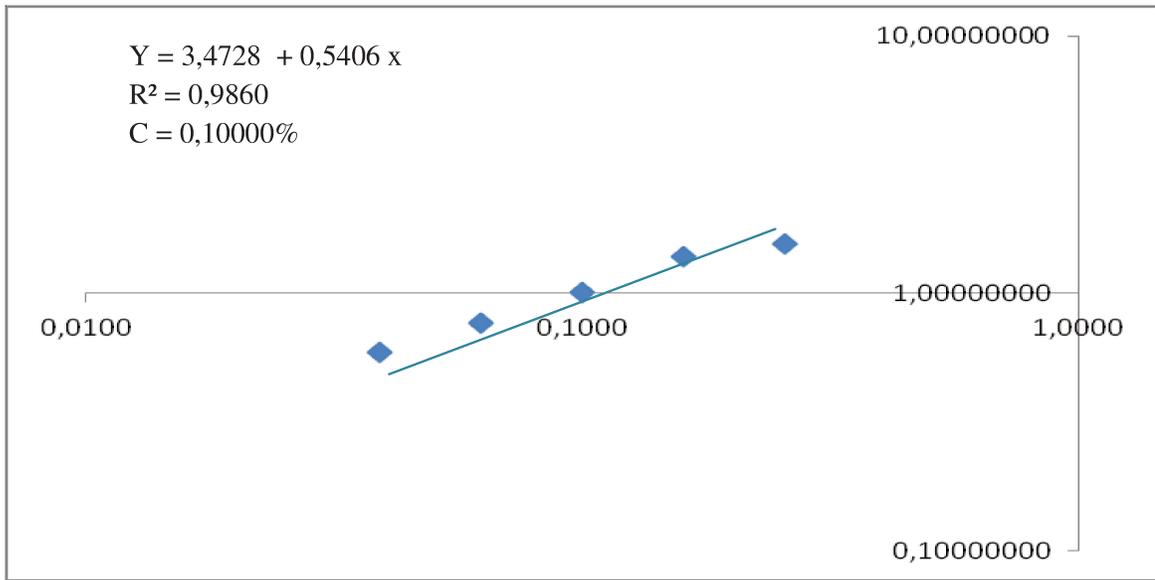
**Figura 20.** Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de aspartame no sorvete.



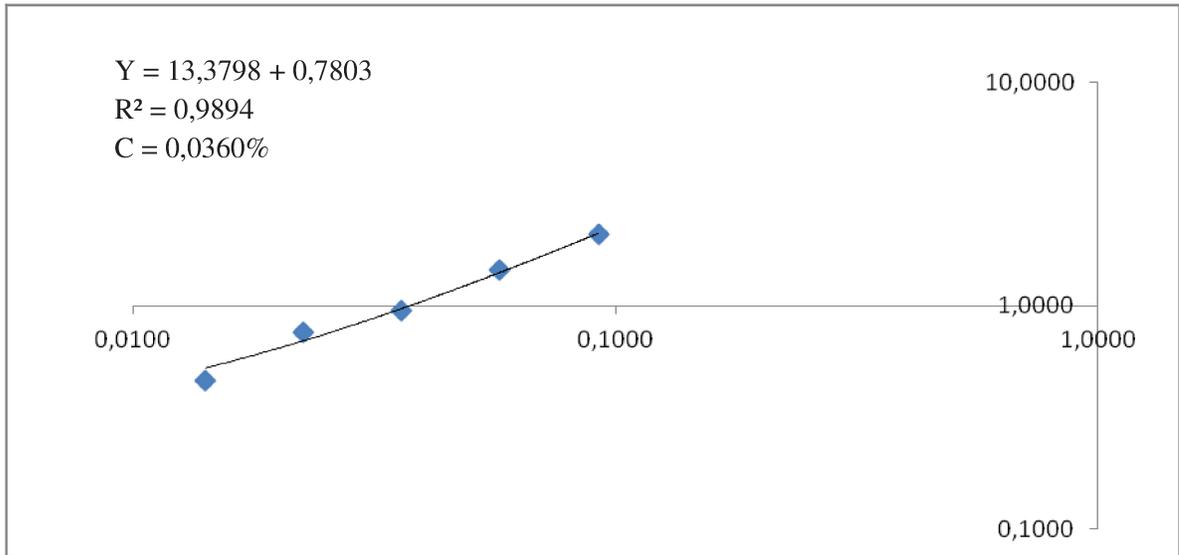
**Figura 21.** Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de sucralose no sorvete.



**Figura 22.** Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de neotame no sorvete.



**Figura 23.** Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de estévia no sorvete.



**Figura 24.** Representação da intensidade de doçura percebida em função da concentração de ciclamato/sacarina no sorvete.

A partir das funções de potência Tabela 14, foi calculada as concentrações de cada edulcorante equivalentes à concentração de sacarose 9%. Os valores obtidos encontram – se na Tabela 15, onde nota – se que as concentrações equivalentes encontradas no sorvete de creme

com fruto – oligossacarídeo com aspartame, estévia e ciclamato / sacarina, neotame e sucralose são semelhantes aos valores encontrados por CARDELLO – BOLINI (1996) em solução aquosa; CARDOSO (2007) em néctar de pêsego e REIS *et al.*, (2011) em iogurte de morango.

A Figura 25 representa a correlação entre a intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes do sorvete de creme com edulcorantes e o sorvete de creme com sacarose 9%. A potência foi definida como sendo o número de vezes que um composto (edulcorante) é mais doce que a sacarose, tendo – se como base a doçura equivalente à sacarose. A Tabela 15 apresenta os valores de potência encontrados dos edulcorantes.

**Tabela 15.** Representa os valores para concentração e potência edulcorante obtidos para os edulcorantes.

	<b>Concentrações (a 9%)</b>	<b>Potência edulcorante (a 9%)</b>
<b>Aspartame</b>	0,0549	163
<b>Sucralose</b>	0,016	562
<b>Neotame</b>	0,0017	5294
<b>Estévia</b>	0,100	90
<b>C / S 2:1</b>	0,036	250

Analisando os resultados obtidos e apresentados na Tabela 15, nota - se que o edulcorante com o maior potencial adoçante é o Neotame, sendo 5.294 vezes mais doce que a sacarose. Seguido do neotame a amostra que apresentou maior potência edulcorante foi a sucralose, 562 vezes. Os resultados obtidos para as amostras com aspartame, ciclamato/ sacarina 2:1, estévia e sucralose comparando com alguns resultados da literatura pode se notar que a potência edulcorante do aspartame, do ciclamato /sacarina 2:1, da estévia e da sucralose no sorvete é menor do que no néctar de pêsego que apresentou 185, 280, 101 e 629 respectivamente (CARDOSO, 2007).

Porém quando comparado com suco de manga os valores encontrados para as amostras de aspartame, ciclamato / sacarina, sucralose e estévia estes são menores do que os encontrados no sorvete de creme (UMBELINO, 2005).

Os resultados encontrados também por CARDELLO – BOLINI (1996) quando foi estudado o aspartame, ciclamato /sacarina e estévia revela que a potência edulcorante em solução aquosa também é maior que a encontrada no sorvete sendo estas 185, 275 e 97 respectivamente.

O valor encontrado para o potencial adoçante do Neotame foi de 5.294 vezes mais doce que a sacarose a 9% no sorvete, já em estudo feito em solução de sacarose o mesmo apresentou o valor de 10.000 vezes mais doce que a sacarose (NOFRE; TINTIL, 1999).

Comparado com o estudo feito em *petit suisse* por SOUZA, *et al.*, (2011) a potencia edulcorante encontrada para sucralose e ciclamato/ sacarina (2:1) é menor do que os valores encontrados no sorvete.

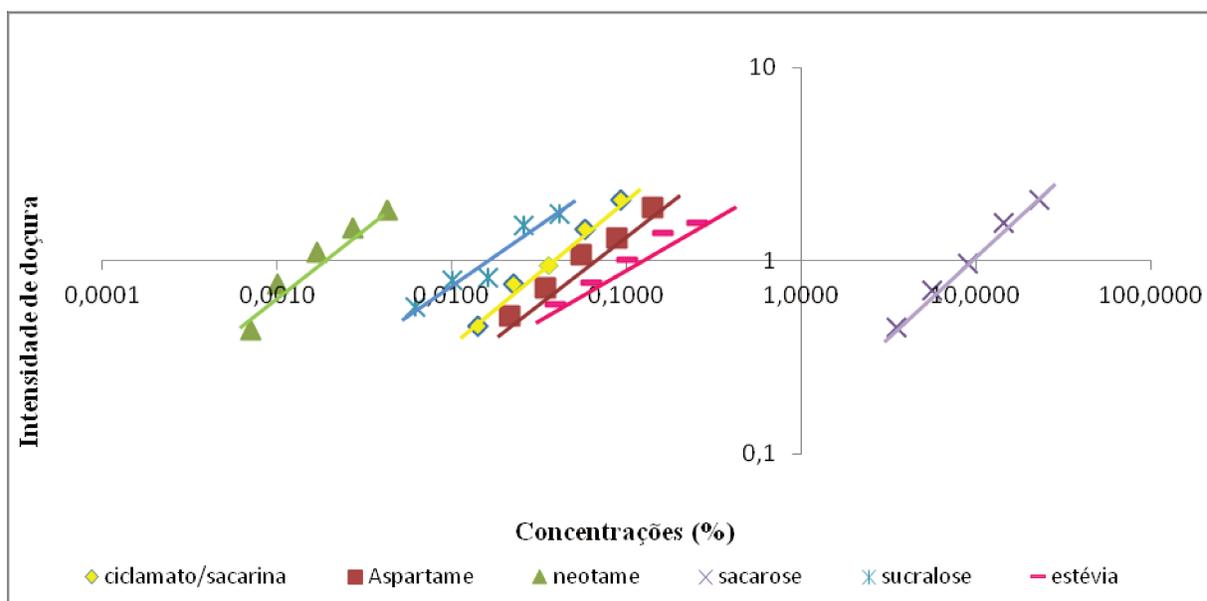


Figura 25. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação a sacarose 9%.

#### 4.2.5 Análise Descritiva Quantitativa

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ<sup>®</sup>) foi realizada com a finalidade de se caracterizar qualitativa e quantitativamente o sorvete de creme com fruto – oligossacarídeo e edulcorantes.

A ADQ<sup>®</sup> dos sorvetes de creme foi realizada por 18 provadores já selecionados pela análise sequencial de WALD, que possuíam disponibilidade de tempo de no mínimo uma hora semanal em três dias da semana durante 1 mês e meio e que pudessem compreender a importância do projeto e se disponibilizassem a participar do teste.

#### 4.2.5.1 Levantamento dos termos descritores

A fase de levantamento dos termos descritores foi realizada pelos 18 provadores selecionados, onde foram solicitados a levantarem as semelhanças e diferenças existentes entre as amostras analisadas. Através do método de rede e utilizando a ficha sensorial os provadores avaliaram as diferenças e semelhanças, duas a duas das amostras, previamente balanceadas.

Durante o levantamento de atributos, inúmeros termos descritores foram levantados e analisados, um a um, nas reuniões com os provadores, a fim de se estabelecer quais eram importantes ao produto. Os atributos definidos foram.

- Aparência: Cor amarela, cristais de gelo, brilho, cremosidade aparente e derretimento.
- Aroma: Aroma de baunilha, aroma de leite e aroma de manteiga.
- Sabor: Gosto amargo, gosto doce residual, sabor de baunilha, gosto doce e sabor de leite.
- Textura: Cremosidade/ derretimento e viscosidade.

No presente trabalho foram levantados 15 termos descritores para o sorvete com fruto – oligossacarídeos e diferentes edulcorantes. Comparando com a literatura CADENA (2008) encontrou 22 atributos no sorvete de creme, já no estudo realizado por LIU & GRUN (2007) foram encontrados 26 termos descritores para o sorvete, sendo que os atributos cremosidade, gosto doce residual e firmeza estão presentes nos três trabalhos.

#### 4.2.5.2 Definição dos termos descritores

Após o levantamento dos termos descritores foram realizadas reuniões com os provadores a fim de que os atributos fossem definidos e as referências que seriam utilizadas no treinamento estabelecidas.

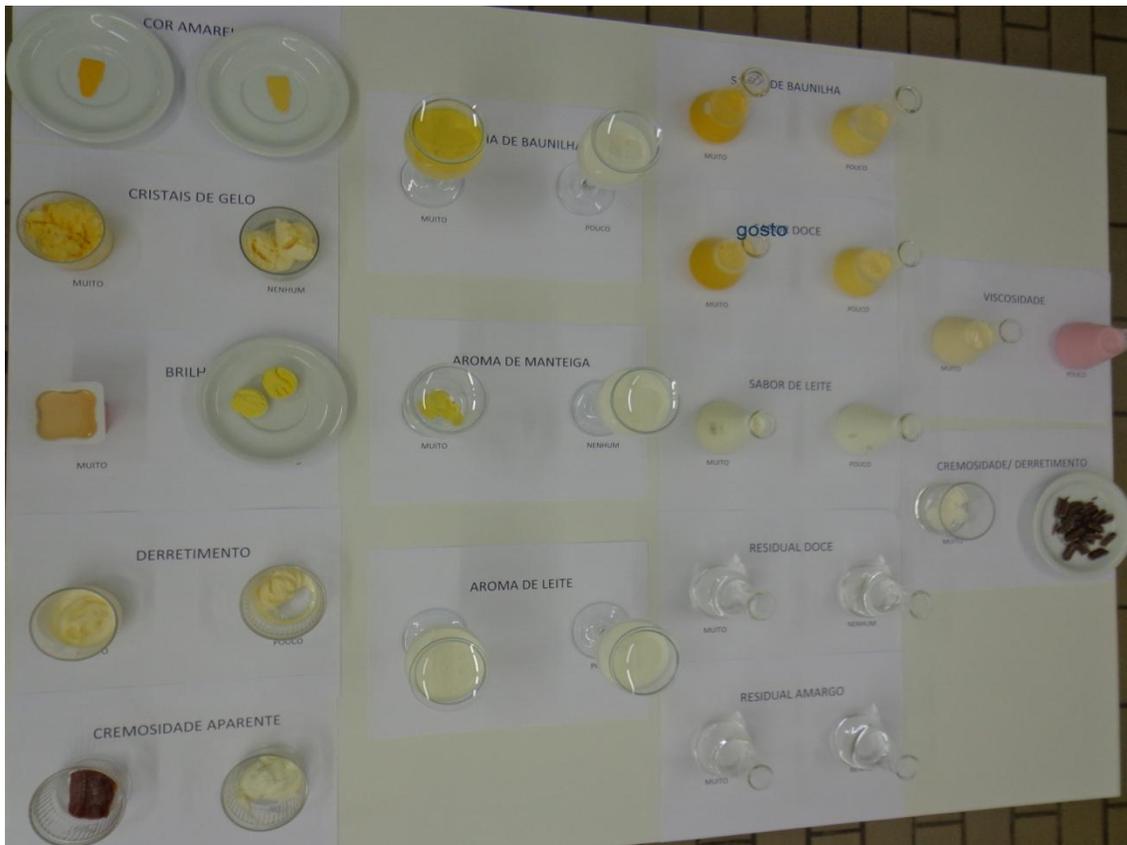
A partir da definição dos termos descritores e das referências foi criada uma ficha (Tabela 16) que foi utilizada pelos provadores durante todo o período de teste da ADQ. Em uma mesa foram dispostas todas as referências, ancoradas aos extremos das escalas de intensidade, para que os provadores pudessem se acostumar e memorizar as referências e seus respectivos extremos (Figuras 26 a 41).

**Tabela 16.** Tabela de definições e referências para os termos descritores do sorvete de creme com fruto – oligossacarídeo e diferentes edulcorantes.

<b>TERMOS DESCRITORES</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>	<b>REFERÊNCIA</b>
<b>APARÊNCIA</b>		
Cor amarela	Coloração amarela associada a sorvete de creme.	Forte: Livro Munsel, Ref. 8/14 pg 10 YR Fraco: Livro Munsel Ref. 8. 5/6 pg 2.5Y
Cristais de gelo	Presença de cristais de gelo no sorvete.	Muito: sorvete congelado/descongelado Nada: Sorvete de creme Nestlé
Brilho	Capacidade de reflexão da luz.	Muito: Flan de baunilha com calda de morango Paulista Pouco: gema de ovo cozida
Cremosidade aparente	Resistência à força feita por uma colher de plástico pequena.	Pouco: Goiababa Fugini ® Muito: Creme de ricota Tirolez®
Derretimento	Perda da capacidade de solidificação.	Muito: Sorvete de creme Nestlé ® Pouco: Sorvete de creme Nestlé ®
<b>AROMA</b>		
Baunilha	Aroma artificial de baunilha.	Muito: Leite com 10% de saborizante em pó Siber mix® sabor baunilha e 10 gotas de essência de baunilha Dr. Oetker ® Pouco: leite com 2 gotas de essência de baunilha Dr. Oetker ®
Leite	Aroma característico de leite.	Muito: 100 ml de água com 19,5g de leite em pó Embaré ® Pouco: 100 ml de água com 6,5g de leite em pó Embaré ®
Manteiga	Aroma característico de manteiga.	Muito: Manteiga com sal Aviação ® Nenhum: 100 ml de água com 13g de leite em pó
<b>SABOR</b>		
Residual amargo	Gosto que persiste na boca após a ingestão de um alimento por um período além do característico de uma solução de cafeína.	Muito: 100 ml de água com 0,2 g de cafeína Nenhum: água
Doce residual	Gosto que persiste na boca após a ingestão de um alimento por um período além do característico de uma solução de sacarose.	Muito: água com 0,0043% de Neotame Sweetmix® Pouco: água
Baunilha	Sabor característico de baunilha artificial.	Muito: Calda com 12g saborizante Siber mix ®sabor Creme Vanilla com 10 gotas de essência de baunilha Dr. Oetker®. Pouco: calda com 2g saborizante Siber mix® sabor Creme Vanilla.
Gosto doce	Gosto característico de uma solução de sacarose.	Muito: calda do sorvete com 87,5 % de sacarose Pouco: calda sem sacarose
Leite	Sabor característica de leite.	Muito: água com 50% de leite em pó Embaré ® Pouco: água com 3% de leite em pó Embaré ®

## TEXTURA

Cremosidade - derretimento	Força necessária para compressão de uma amostra entre a língua e o palato.	Muito: Chantilly Spray Vigor® Pouco: Chocolate ao leite Garoto®
Viscosidade	Tempo para deglutição total de um fluído.	Muito: Iogurte Natural com mel Vigor® Pouco: bebida láctea fermentada sabor Morango kissy Batavo®



**Figura 26.** Foto da mesa de ADQ® com as referências utilizadas para o treinamento dos provadores na Análise Descritiva Quantitativa.



**Figura 27.** Representação dos extremos para a referência de cor amarela.



**Figura 28.** Representação dos extremos para a referência de cristais de gelo.



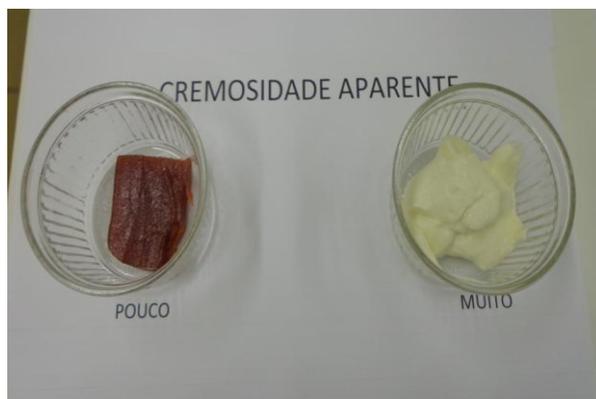
**Figura 31.** Representação dos extremos para a referência de derretimento.



**Figura 29.** Representação dos extremos para a referência de brilho.



**Figura 32.** Representação dos extremos para a referência aroma de baunilha.



**Figura 30.** Representação dos extremos para a referência de cremosidade aparente.



**Figura 33.** Representação dos extremos para a referência aroma de leite.



**Figura 34.** Representação dos extremos para a referência aroma de manteiga.



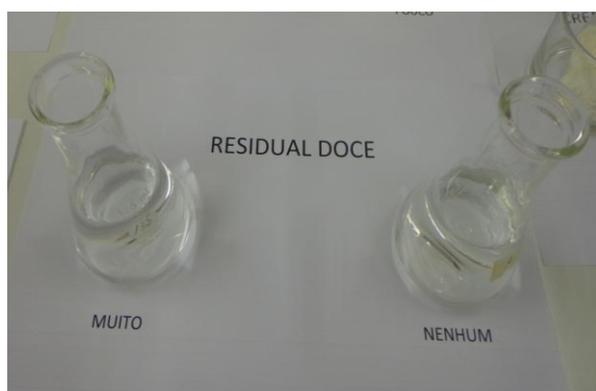
**Figura 37.** Representação dos extremos para a referência de sabor de baunilha.



**Figura 35.** Representação dos extremos para a referência de sabor amargo residual.



**Figura 38.** Representação dos extremos para a referência de gosto doce.



**Figura 36.** Representação dos extremos para a referência de sabor doce residual.



**Figura 39.** Representação dos extremos para a referência de sabor de leite.



**Figura 40.** Representação dos extremos para a referência de cremosidade - derretimento.



**Figura 41.** Representação dos extremos para a referência de viscosidade.

Após o treinamento para a memorização das referências, foi realizado o teste (treinamento) para verificar se os provadores possuíam uma boa repetibilidade e consenso com a equipe. A etapa de treinamento foi realizada pelos 18 provadores com três repetições, utilizando uma ficha sensorial (Figura 13) a fim de que os provadores posicionassem as amostras em termos da percepção individual de cada atributo, entre os extremos da escala de acordo com a memorização dos termos descritores.

#### 4.2.5.3 Seleção da equipe de provadores

Através do levantamento de dados do treinamento a equipe sensorial foi submetida ao teste de seleção, para que os provadores fossem selecionados foram utilizados os critérios de discriminação das amostras pelos provadores ( $p$  de  $F_{amostra} < 0,50$ ) e repetibilidade ( $p$  de  $F_{provador} > 0,05$ ). A partir da análise de variância dos dados obtidos, nas 3 repetições, dos 13 provadores com valores de  $p$  de  $F$  amostra e  $p$  de  $F$  repetição adequados para participarem das análises em acordo com a literatura científica da área (STONE; BLEIBAUM & THOMAS, 2012). Foram elaboradas as Tabelas 17 e 18.

Dos 18 provadores que participaram do teste de seleção 13 provadores foram selecionados para que continuassem o teste, STONE; BLEIBAUM & THOMAS (2012)

justificam tal ação relatando que, “Ao longo de muito tempo, foram feitas análises descritivas com diferentes números de provadores treinados, e após muitos estudos, verificou-se que uma equipe com 12 pessoas é um número ótimo para a maioria das situações”. Os provadores que não atingiram o critério de repetibilidade e coerência com os demais continuaram a participar do teste sem que seus resultados fossem utilizados, voltando a participar do próximo teste de Análise de Tempo – Intensidade.

A seleção dos provadores foi baseada no método utilizado por Fischman *et al.*, (1987) que selecionou os provadores que não apresentaram problema de repetibilidade e reprodutibilidade em 3 de 11 atributos. No caso do sorvete com fruto – oligossacarídeo e diferentes edulcorantes foram selecionados a participar do teste 13 provadores, devido o critério adotado, aonde os provadores que apresentassem problema em repetibilidade e reprodutibilidade em mais de 5 de 15 atributos levantados os seus resultados seriam descartados.

As Tabelas 17 e 18 representam os resultados obtidos pelos provadores selecionados para realizarem o teste. Nota – se através da Tabela 17 que os provadores apesar de terem sido selecionados ainda apresentam uma alta taxa de discordância em alguns atributos como brilho, aroma de leite aroma, de baunilha, cremosidade e viscosidade o que pode ser explicado devido às amostras serem muito semelhantes nestes atributos.

**Tabela 17.** Níveis de significância com base (p) para provadores em função de discriminação das amostras ( $PF_{amostra}$ ).

Prov	CAM	CDG	BRI	CRA	DER	ABA	ALP	AMA	SAM	SDR	SBA	SDO	SLE	CRD	VIS
1	0,0438	-	0,4854	0,0696	0,4100	0,0464	0,4491	0,0484	0,6633	0,5628	0,0818	0,0004	0,0034	0,0691	0,9447
2	0,1083	0,4395	0,1436	0,7159	0,4245	0,5404	0,2985	0,0417	0,5923	0,0187	0,3946	<0001	<0001	0,4007	0,2093
3	0,4947	0,0303	0,3684	0,6017	0,4306	0,2386	0,6481	0,8239	0,0936	0,0173	0,0877	0,0002	<0001	0,5824	0,9734
4	0,0242	0,0163	0,1435	0,0048	0,6406	0,2688	0,6882	0,5751	0,4546	0,0012	0,0045	<0001	0,0032	0,4705	0,0202
5	0,2781	0,7144	0,4154	0,3163	0,8050	0,8584	0,3754	0,1311	0,0239	0,4709	0,0686	0,0283	0,0013	0,7455	0,4165
6	0,1222	0,0570	0,6728	0,2494	0,1653	0,3227	0,2314	0,2247	0,0598	0,1508	0,0038	0,0182	0,0001	0,5524	0,8981
7	0,0278	0,0005	0,0448	0,4280	0,3704	0,1295	0,2886	0,0135	0,0484	0,3576	0,2568	0,4411	0,0044	0,2666	0,0317
8	0,0345	0,8802	0,1069	0,0812	0,0233	0,7586	0,8581	0,4594	0,0176	0,0041	0,0004	0,0764	<0001	0,4420	0,5189
9	0,2123	0,3435	0,9348	0,0223	0,1513	0,0198	0,9701	0,0581	0,8106	0,0003	0,0959	<0001	0,0003	0,1016	0,4395
10	0,1042	0,2586	0,4535	0,6692	0,4511	0,0646	0,0633	0,4666	0,1962	0,0037	0,3945	<0001	0,0031	0,0247	0,5871
11	0,7526	0,0284	0,2992	0,0028	0,2851	0,4662	0,7289	0,0621	0,1938	0,1780	0,1804	0,0561	<0001	0,1015	0,1729
12	0,2831	0,0185	0,9182	0,0365	0,1165	0,1610	0,0181	0,4964	0,0418	0,3096	0,8561	0,0002	0,0007	0,7951	0,0015
13	0,3306	0,1828	0,7036	0,3152	-	0,8785	0,7506	-	0,3443	0,0294	0,0593	0,0594	0,0001	0,2248	0,8026

CAM : Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento; ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Sabor residual amargo; SDR: Sabor doce residual; SDO: Gosto doce; SBA: Sabor de baunilha; SLE: Sabor de leite; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.

**Tabela 18.** Níveis de significância com base (p) para provadores em função da repetibilidade ( $PF_{\text{repetição}}$ ).

Prov	CAM	CDG	BRI	CRA	DER	ABA	ALP	AMA	SAM	SDR	SBA	SDO	SLE	CRD	VIS
1	0,0011	-	0,0993	0,0815	0,0839	0,0739	0,7104	0,8795	0,2120	0,2857	0,4211	0,3639	0,4199	0,4533	0,1592
2	0,1916	0,6234	0,0022	0,0822	0,0482	0,0088	0,0043	0,0002	<0001	0,4150	0,0338	0,8167	0,7533	0,0235	0,0084
3	3,0000	0,0700	0,0368	0,0699	0,2441	0,0002	0,0927	0,1048	0,9257	0,0130	0,6336	0,1458	0,0296	0,1967	<0001
4	0,2747	0,8817	0,8980	0,0544	0,6681	0,4529	0,1201	0,9366	0,5796	0,0260	0,1032	0,0652	0,4401	0,6620	0,4404
5	0,0093	0,0010	0,0657	0,6452	0,8693	0,0978	0,0574	0,9620	0,7526	0,2795	0,2443	0,2526	0,8690	0,7386	0,4038
6	0,3673	0,3857	0,4936	0,5908	0,1647	0,4722	0,7858	0,9307	0,8473	0,6371	0,6778	0,0567	0,1900	0,4259	0,9243
7	0,1764	0,3313	0,2371	0,5282	0,4284	0,8379	0,7935	0,5444	0,9110	0,9118	0,3613	0,0339	0,1825	0,7619	0,9089
8	0,2849	0,2632	0,0477	0,6674	0,6719	0,2175	0,1627	0,1046	0,0215	0,0431	0,2052	0,3317	0,2012	0,1557	0,6769
9	0,2115	0,4753	0,1161	0,2079	0,0591	0,2696	0,1547	0,0677	0,1248	0,4781	0,0713	0,1874	0,1638	0,3660	<0001
10	<0001	0,3386	0,4336	0,2236	0,3113	0,0017	0,0017	0,5968	0,0503	0,1082	0,0165	0,0976	0,4555	0,1513	<0001
11	0,3808	0,1473	0,1483	0,0389	0,4689	0,8669	0,6501	0,3578	0,2007	0,7817	0,7412	0,0160	0,4199	0,9960	<0001
12	0,9720	0,1487	0,8189	0,3642	0,4108	0,1840	0,7234	0,4928	0,0054	0,2606	0,8119	0,9084	0,8309	0,1584	0,0012
13	0,7126	0,1181	0,9057	0,0797	-	0,4797	0,1460	-	0,4769	0,0165	0,9535	0,9927	0,1077	0,4692	0,0149

CAM : Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento; ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Sabor residual amargo; SDR: Sabor doce residual; SDO: Gosto doce; SBA: Sabor de baunilha; SLE: Sabor de leite; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.

### 4.2.5.3 Análise Descritiva das amostras de sorvete.

A partir da seleção dos provadores, os 13 provadores realizaram o teste da ADQ<sup>®</sup> onde analisaram quatro repetições para cada amostra quantificando a intensidade dos atributos levantados. As médias obtidas estão expressas na Tabela 19.

**Tabela 19.** Médias dos atributos sensoriais para cada amostra através da Análise de Tukey.

ATRIBUTO	A	B	C	D	E	F	DMS
<b>APARÊNCIA</b>							
CAM	6,5 <sup>a</sup>	5,8 <sup>b</sup>	5,8 <sup>b</sup>	5,5 <sup>b</sup>	5,6 <sup>b</sup>	5,8 <sup>b</sup>	0,6596
CDG	1,9 <sup>a</sup>	1,1 <sup>b</sup>	0,9 <sup>b</sup>	0,9 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>	1,1 <sup>b</sup>	0,4783
BRI	2,1 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	1,9 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	1,8 <sup>a</sup>	0,6067
CRA	2,5 <sup>a</sup>	1,6 <sup>b</sup>	1,4 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	0,686
DER	1,1 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a,b</sup>	0,6 <sup>b</sup>	0,5 <sup>b</sup>	0,7 <sup>a,b</sup>	0,7 <sup>a,b</sup>	0,4296
<b>AROMA</b>							
ABA	4,3 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	0,7139
ALP	2,7 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,5 <sup>a</sup>	0,6737
AMA	1,1 <sup>a</sup>	0,8 <sup>a</sup>	0,9 <sup>a</sup>	0,9 <sup>a</sup>	0,9 <sup>a</sup>	0,9 <sup>a</sup>	0,5734
<b>SABOR</b>							
SAM	5,2 <sup>b</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a,b</sup>	0,5167
SDR	5,0 <sup>c</sup>	5,4 <sup>a,b,c</sup>	5,2 <sup>b,c</sup>	5,6 <sup>a,b</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,0 <sup>c</sup>	0,5343
SBA	3,8 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	4,0 <sup>a</sup>	0,5717
SDO	1,0 <sup>b</sup>	1,5 <sup>b</sup>	1,5 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	1,3 <sup>b</sup>	0,6885
SLE	0,1 <sup>c</sup>	0,3 <sup>c</sup>	0,2 <sup>c</sup>	1,2 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	0,4 <sup>c</sup>	0,6524
<b>TEXTURA</b>							
CRD	4,7 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a,b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	4,1 <sup>a,b</sup>	4,2 <sup>a,b</sup>	0,7274
VIS	4,8 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	0,6264

As amostras são: Sacarose (A); Aspartame (B); Sucralose (C); Neotame (D); Estévia (E) e Ciclamato /Sacarina 2:1 (F)

CAM: Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento; ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Sabor residual amargo; SDR: Sabor doce residual; SDO: Gosto doce; SLE: Sabor de leite; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.

Médias com letras iguais, na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ).

Analisando a Tabela 19, é possível verificar as diferenças e semelhanças das amostras entre si e entre os atributos. Em relação à aparência pode se verificar que a Amostra A, que

contém sacarose em sua formulação no atributo cor amarela se diferencia das demais amostras. Quando comparada com a análise instrumental de cor verifica-se que a amostra de sacarose (A) difere-se também das demais amostras. Podendo se concluir que a sacarose intensifica a cor amarela da amostra, tornando a sua tonalidade diferente das demais.

Em relação ao atributo Cristais de gelo (CDG) a amostra com sacarose (A) também difere significativamente das demais ( $p \leq 0,05$ ), podendo esta diferença ser explicada devido à presença de sacarose na formulação o que gera um congelamento mais lento em relação às demais amostras que não possuem este açúcar na sua composição.

O atributo Brilho é o único termo descritor da aparência que não apresenta diferença entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ).

A amostra com sacarose (A), quando analisada a cremosidade aparente, diferencia – se das demais ( $p \leq 0,05$ ), isto pode ser explicado devido à ausência desse açúcar nas outras já que a sacarose exerce importante função na estrutura do sorvete, pois é ela que aumenta a viscosidade, reduz o ponto de congelamento e melhora a cremosidade do produto (MOSQUIM, 1999; ILCT, 2002).

No atributo derretimento as amostras de sacarose (A), aspartame (B), estévia (E) e ciclamato /sacarina 2:1 (F), não apresentam diferença estatística entre si, porém foram diferentes ( $p \leq 0,05$ ) quando comparadas com as amostras de sucralose (C) e neotame (D) que não apresentam diferença significativa entre elas.

Analisando os termos descritores do aroma, pode se notar que não há diferença significativa entre amostras em nível de 5%. Justificando então o porquê do alto número de discordâncias para os atributos aroma de baunilha e aroma de leite apresentados na Tabela 18, devido a semelhança entre as amostras.

No sabor das amostras é onde encontra - se o maior número de divergências entre as amostras, caracterizando as amostras através dos atributos, SAM: Sabor residual amargo; SDR: Sabor doce residual; SDO: Gosto doce; SLE: Sabor de leite.

A amostra com estévia (E), neotame (D), sucralose (C) e aspartame (B) não apresentaram diferença significativa entre si ao nível de 5%, no atributo residual amargo (SAM), isto se dá devido ao amargor que estes edulcorantes agregam aos produtos (UMBELINO, 2005). As

amostras de sacarose (A) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) apresentam – se diferentes de todas as amostras.

O gosto doce residual foi um atributo que causou um conflito entre as amostras, devido à diferença que este atributo causou nas amostras. A amostra de sacarose (A) e de Ciclamato/ sacarina (F) não apresentaram diferença entre si ( $p \leq 0,05$ ). A amostra de Estévia (E) apresenta diferença em relação às demais amostras ao nível de 5% de significância, apresentando o maior residual para o gosto doce residual. Este atributo revela que as amostras possuem diferentes intensidades de residual doce, devido os edulcorantes utilizados, na análise de tempo-intensidade estas diferenças foram esclarecidas.

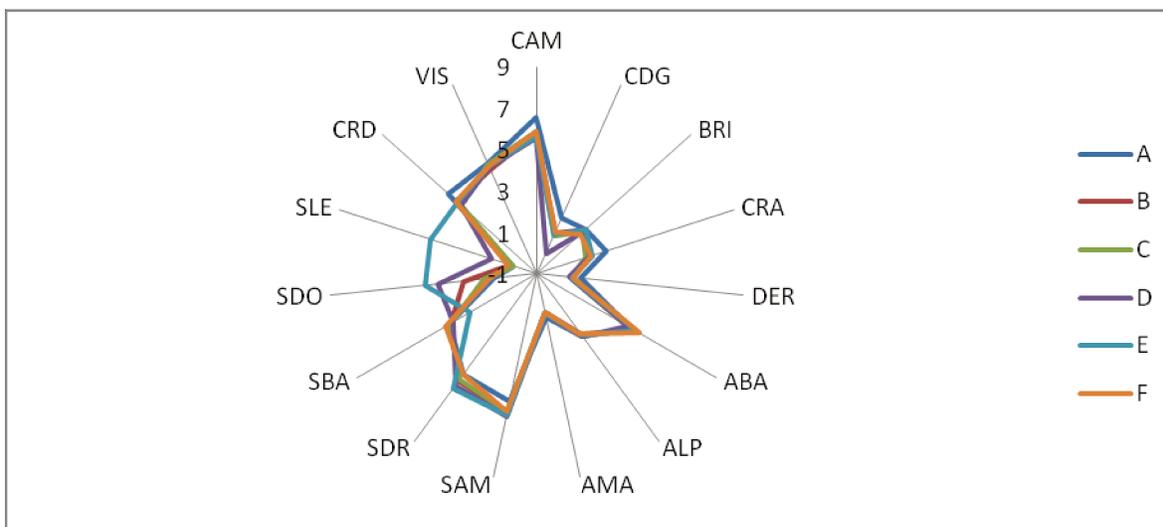
No termo descritor sabor de baunilha, a amostra com estévia (E) apresentou diferença em relação às demais amostras ( $p \leq 0,05$ ). Esta diferença pode ser explicada devido ao alto teor de amargor presente na amostra que mascara o sabor de baunilha das amostras (CARDELLO & DAMÁSIO, 1999).

Em relação ao gosto doce pode se verificar as amostras de estévia (E) e de neotame (D) diferem das demais ( $p \leq 0,05$ ).

O sabor de leite encontrado nas amostras revela que as amostras de sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C) e ciclamato/ sacarina 2:1 não apresentam diferença entre si, porém as amostra de neotame (D) e de estévia (E) são diferentes das demais, tal fato pode ser explicado devido ao sabor residual amargo nestas duas amostras apresentarem maior intensidade ( $p \leq 0,05$ ).

Avaliando a textura das amostras, nota – se que não há diferença entre a viscosidade das amostras, ou seja, os edulcorantes não influenciaram neste atributo. Analisando a cremosidade – derretimento das amostras pode – se avaliar que amostra de sacarose (A) e de neotame (D) são diferentes entre si, porém são semelhantes com as demais amostras.

Na Figura 42, está apresentado o perfil sensorial de todas as amostras de sorvetes reunidas no gráfico radar ou gráfico aranha. Percebe - se nos mostra que há uma homogeneidade entre as amostras analisadas, podendo verificar que os atributos que mais apresentaram discordância entre as amostras foi o gosto doce residual, que gerou um conflito entre as amostras devido o residual doce de cada edulcorante.

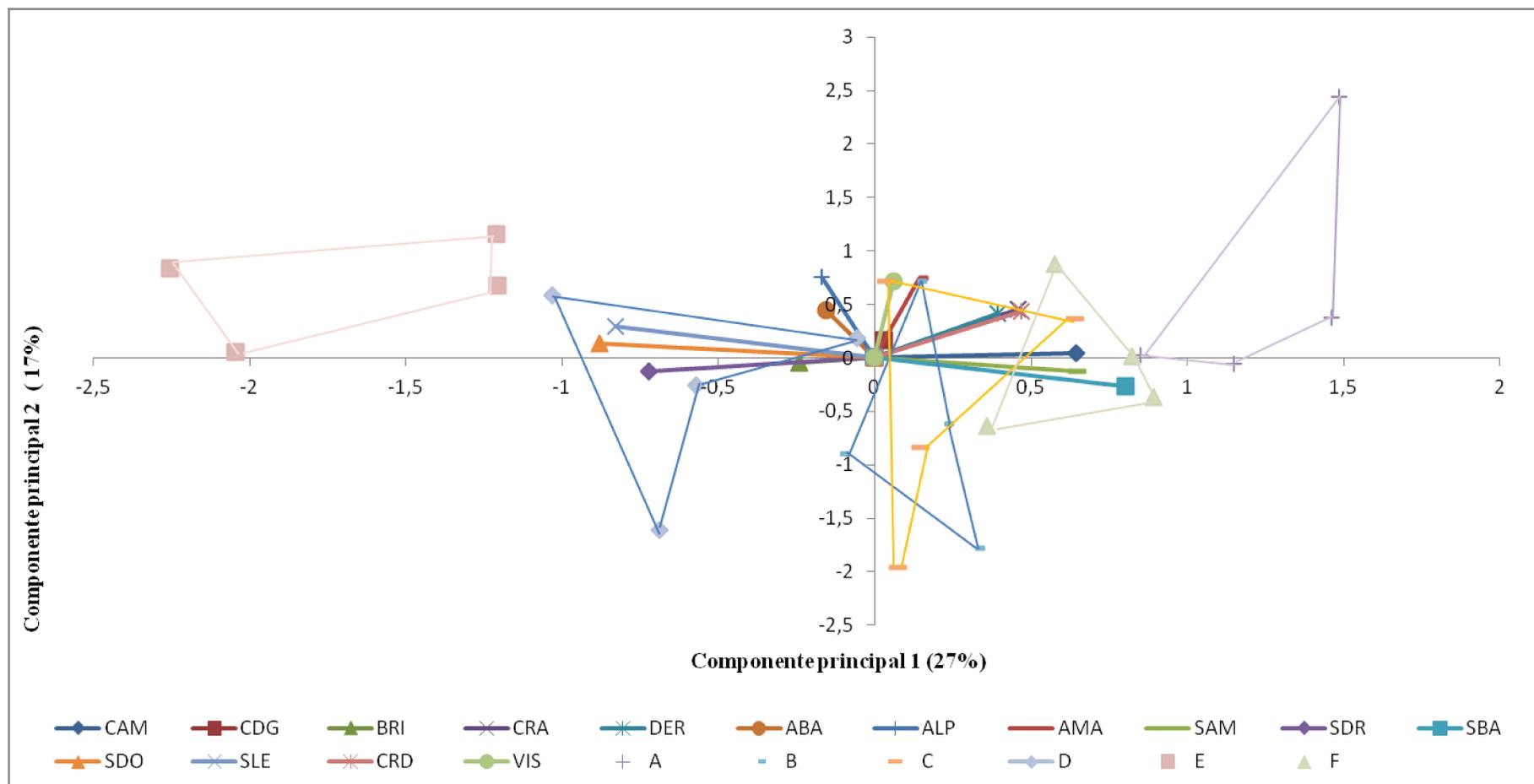


**Figura 42.** Gráfico radar (aranha) das seis amostras de sorvete.

Amostras: A = sacarose; B = aspartame; C = sucralose; D = neotame; E = estévia e F = ciclamato/ sacarina  
 2:1.CAM: Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento;  
 ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Sabor residual amargo; SDR:  
 Sabor doce residual; SDO: Gosto doce; SLE: Sabor de leite; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.

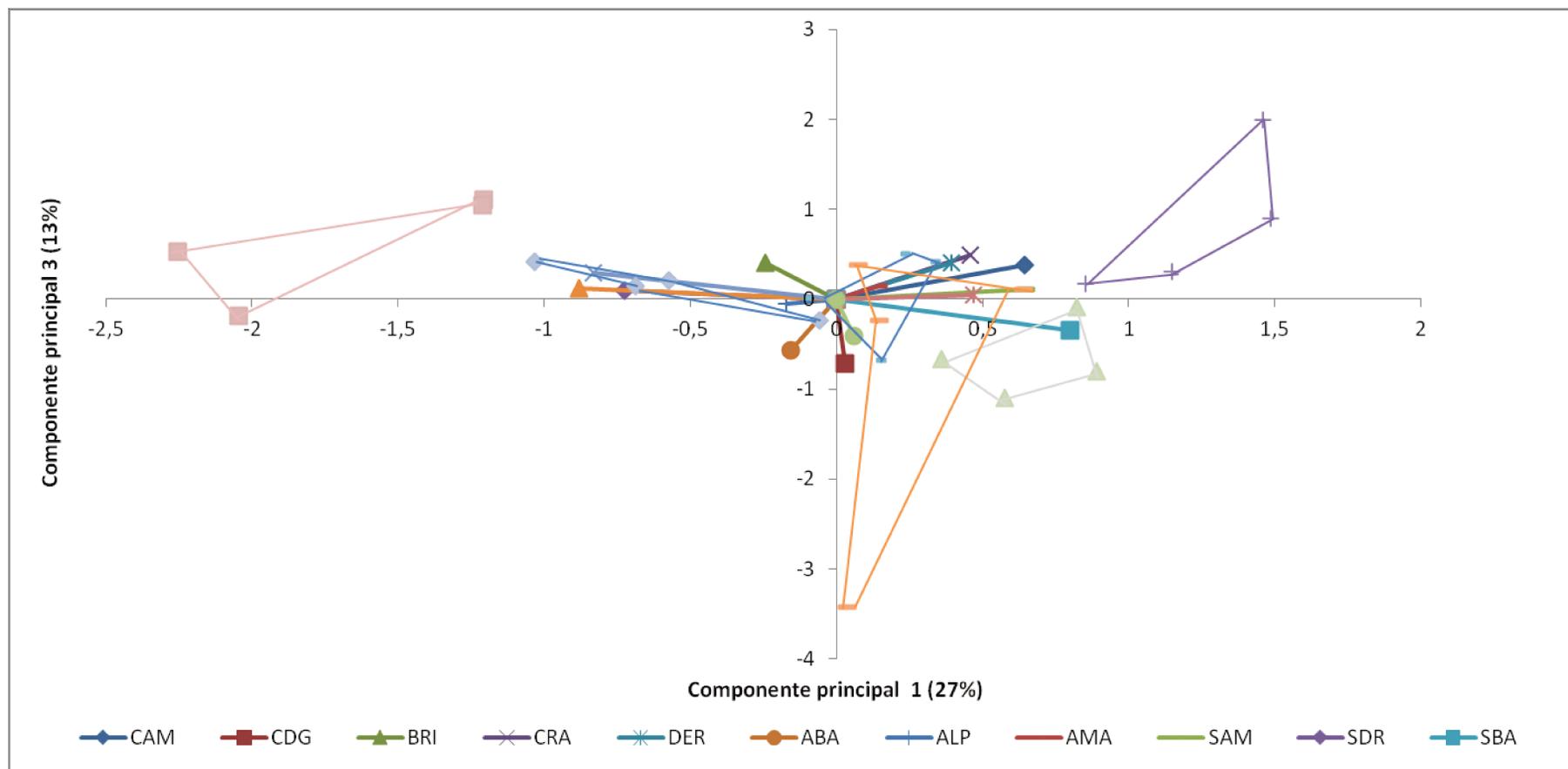
Coletando os dados de todas as amostras e provadores foi realizada a Análise de Componentes Principais dos sorvetes desenvolvidos. Analisando os componentes principais 1 e 2 pode - se verificar que juntos apresentaram uma explicação de 44%, ou seja, uma explicação relativamente baixa tratando - se de provadores treinados, por este motivo foi analisado também o terceiro componente principal junto com o primeiro obtendo - se então uma explicação de 58%. (Figuras 43 e 44)

A Análise de Componente Principal e o gráfico radar (aranha) não podem ser utilizados como ferramentas conclusivas da ADQ®, os componentes principais são vetores projetados em vários planos dimensionais e por esse motivo o plano que se está sendo observado não garante que seja uma visão verdadeira, pois o vetor pode estar direcionado para uma amostra em um plano e em outro plano de visão para outra amostra, por isso os resultados devem ser analisados a partir do teste de médias de Tukey a fim de que os resultados possuam um grau de confiança adequado. Os gráficos de componentes principais e o gráfico aranha são então sugestivos e devem ser analisados juntamente com o teste de Tukey.



**Figura 43.** Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de sorvete creme.

Amostras: A = sacarose; B = aspartame; C = sucralose; D = neotame; E = estévia e F = ciclamato/ sacarina 2:1. CAM: Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento; ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Sabor residual amargo; SDR: Sabor doce residual; SDO: Gosto doce; SLE: Sabor de leite; SBA: Sabor de baunilha; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.



**Figura 44.** Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de sorvete creme.

Amostras: A = sacarose; B = aspartame; C = sucralose; D = neotame; E = estévia e F = ciclamato/ sacarina 2:1. CAM: Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento; ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Sabor residual amargo; SDR: Sabor doce residual; SDO: Gosto doce; SBA: Sabor de baunilha; SLE: Sabor de leite; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.

A Análise de Componentes principais (Figura 43 e 44) revela que as amostras de estévia (E) e neotame (D) são caracterizadas pelos atributos sabor doce residual, sabor de leite, e gosto doce. Analisando juntamente com a tabela de médias de Tukey (Tabela 19) nota-se que estas amostras são as que obtiveram as maiores médias para tais atributos.

A amostra de sacarose (A) é caracterizada por cor amarela, cremosidade aparente, derretimento e cremosidade derretimento, revelando que a sacarose faz com os atributos relacionados a consistência e aparência sejam realçados no sorvete. Estes dados são confirmados pela análise de médias de Tukey.

A amostra que contém ciclamato/ sacarina 2:1 em sua formulação é caracterizada pelo acentuado sabor de baunilha que possui, sendo caracterizada também por sua cremosidade – derretimento onde quando analisada em conjunto com o teste de médias de Tukey revela que a amostra possui a segunda maior média para tal atributo.

A amostra de aspartame (B) é caracterizada pelo vetor de aroma de manteiga, que através das médias de Tukey pode se verificar que esta possui menor média para tal atributo ressaltando a importância da análise dos componentes principais junto com as médias da análise de Tukey.

O sorvete com sucralose (C) em sua composição através do teste de médias de Tukey e da análise de componentes principais pode se concluir que é uma amostra “neutra”, ou seja, não possui muitas características que a definam exclusivamente.

#### **4.2.6 Análise de Tempo Intensidade**

A análise múltipla de tempo intensidade (UNICAMP, 2012) foi realizada a partir dos atributos, com maior relevância no sorvete de creme com fruto – oligossacarídeos e edulcorantes levantados na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ<sup>®</sup>).

A análise foi feita com 17 provadores que participaram da equipe da ADQ<sup>®</sup> e que foram pré – selecionados para participarem da análise de tempo – intensidade. Porém dos 17 provadores que iniciaram o teste 17 realizaram o teste de tempo – intensidade de dulçor e 15 realizaram o teste de tempo – intensidade de amargor.

Os provadores foram selecionados a partir do poder discriminativo e da repetibilidade que obtiveram nos testes, utilizando os mesmos critérios utilizados na ADQ<sup>®</sup>, sendo  $p$  de  $F_{amostra} <$

0,50 e repetibilidade p de  $F_{\text{repetição}} > 0,05$ . Os provedores foram selecionados conforme exposto nas Tabelas 20, 21, 22 e 23 para os atributos gosto doce residual e amargo residual.

**Tabela 20.** Níveis de significância (p) para provedores em função da discriminação das amostras no atributo gosto doce residual ( $F_{\text{amostra}}$ )

PROVADORES	NMT	NMI	INT	INV
1	0,2702	0,1721	0,2260	0,0013
2	0,0259	0,0002	0,2770	0,0329
3	0,2255	0,0525	0,2184	0,0151
4	0,3747	0,7542	0,1642	0,2182
5	0,0367	0,0328	0,3694	0,0560
6	0,0261	0,0143	0,0006	0,1163
7	0,9531	0,0321	0,3126	0,1083
8	0,3452	0,1545	0,2780	0,0566
9	0,1215	0,3274	0,2363	0,1928
10	0,2440	0,1156	0,3039	0,3141
11	0,5873	0,3175	0,1217	0,3440
12	0,0451	0,0301	0,0265	0,0069
13	0,2330	0,0589	0,8235	0,8292
14	0,5043	0,1117	0,2265	0,2646
15	0,5495	0,0277	0,0823	0,0068
16	0,1903	0,0706	0,1319	0,0460
17	0,0247	0,0553	0,2030	0,0306

(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral:

valor.

**Tabela 21.** Níveis de significância (p) para provedores em função da discriminação das amostras no atributo gosto doce residual ( $F_{\text{repetição}}$ )

Provedores	NMT	NMI	INT	INV
1	0,6808	0,3567	0,9327	0,3960
2	0,2548	0,8814	0,9740	0,9777
3	0,8019	0,2911	0,2789	0,8196
4	0,1574	0,7484	0,1460	0,1595
5	0,7778	0,0114	0,4855	0,0450
6	0,2710	0,1866	0,2030	0,8779
7	0,9436	0,0087	0,8503	0,6198
8	0,5966	0,0687	0,2084	0,2541
9	0,4868	0,1492	0,0114	0,0024
10	0,2113	0,1492	0,0114	0,0024
11	0,6053	0,9428	0,0002	0,0012
12	0,1820	0,2016	0,9602	0,8032
13	0,2484	0,4309	0,3817	0,8889
14	0,6897	0,1140	0,6155	0,5005
15	0,9072	0,0052	0,9881	0,0117
16	0,2067	0,1043	0,2502	0,9211
17	0,0803	0,2182	0,0009	0,0027

(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral:

valor.

**Tabela 22.** Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras no atributo gosto amargo residual ( $F_{amostra}$ )

Provadores	NMT	NMI	INT	INV
1	0,0514	<0,0001	<0,0001	<0,0001
2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
3	0,4676	0,1218	0,0623	0,2917
4	0,0009	<0,0001	<0,0001	<0,0001
5	0,0152	<0,0001	<0,0001	<0,0001
6	0,0027	<0,0001	<0,0001	<0,0001
7	0,1142	<0,0001	<0,0001	<0,0001
8	0,1107	0,0012	0,0008	0,0016
9	0,6621	0,0002	<0,0001	0,0003
10	0,0469	<0,0001	<0,0001	<0,0001
11	0,0292	0,0158	0,0016	0,0012
12	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
13	0,0009	<0,0001	<0,0001	<0,0001
14	0,7873	<0,0001	0,0106	0,2813
15	0,1537	0,0605	0,0683	0,0379

(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral:

valor.

**Tabela 23.** Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras no atributo gosto amargo residual ( $F_{repetição}$ )

Provadores	NMT	NMI	INT	INV
1	0,9812	0,8108	0,3461	0,5674
2	0,4199	0,4199	0,4199	0,4199
3	0,6854	0,1283	0,2799	0,1120
4	0,9987	0,6041	0,9644	0,3985
5	0,5727	0,6562	0,6879	0,8671
6	0,0957	0,3764	0,2282	0,4040
7	0,6042	0,0349	0,1081	0,0999
8	0,8795	0,8209	0,6768	0,5483
9	0,5960	0,0860	0,0003	0,0108
10	0,1274	0,1392	0,3269	0,3997
11	0,4828	0,9313	0,1991	0,1493
12	0,6848	0,1300	0,3200	0,2744
13	0,9987	0,6041	0,9644	0,3985
14	0,3967	0,0017	0,0318	0,0058
15	0,1449	0,0370	0,0757	0,0116

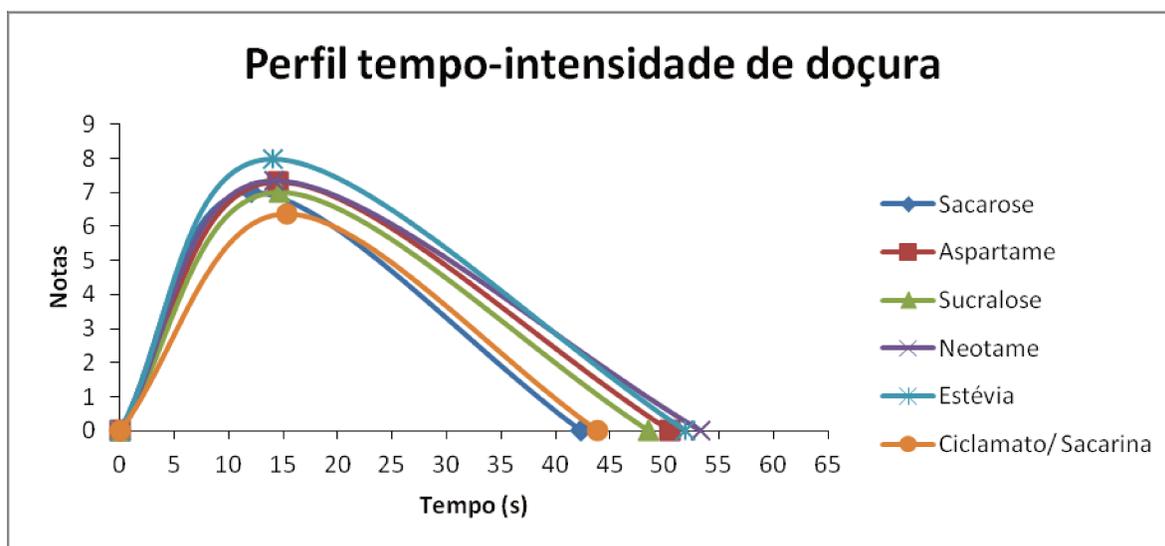
(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral:

valor.

#### 4.2.5.1 Atributo gosto doce residual

Como o gosto doce residual foi um atributo que teve uma variação muito grande nas amostras na Análise Descritiva Quantitativa, ou seja, apresentou diferença significativa entre as amostras e por se tratar de um produto com redução calórica utilizando edulcorantes em sua formulação e estes possuem diferentes potências adoçantes e intensidades de gosto doce residual após o consumo do produto foi realizada a análise de tempo intensidade, com a finalidade de identificar qual edulcorante possui a maior intensidade de doçura e qual o tempo que esta intensidade é sentida.

O atributo de doçura residual era esperado em todas as amostras e em menor proporção na amostra de sacarose (A). Através da Figura 45, pode - se verificar que todas as amostras analisadas possuem uma intensidade de doçura semelhante, variando de 5,5 a 8.



**Figura 45.** Representação da curva de intensidade de doçura das amostras de sorvete de creme com FOS e diferentes edulcorantes.

A Figura 45 sugere que as amostras apresentam curvas de intensidade de doçura semelhantes, porém quando analisada a Tabela 24, pode se verificar que as amostras apresentam uma variação e diferença em relação à intensidade de doçura percebida pelos provadores.

A Tabela 24 apresenta a análise de médias de Tukey para os parâmetros de nível máximo e tempo, que é o momento onde a intensidade foi percebida, nível máximo de intensidade, é a intensidade máxima de doçura percebida pelo provador, integral do tempo e integral do valor, que é a área do gráfico gerada a partir do tempo e das intensidades sentidas no decorrer da análise pelos provadores.

Analisando o NMT (tempo no nível máximo) verifica – se que a amostra que diferiu entre as demais foi à amostra de sacarose (A), onde o tempo para a percepção da doçura foi 12,1s, o menor tempo, pois a sacarose não apresenta uma doçura residual como os edulcorantes, por este motivo sua percepção é mais rápida.

Os resultados apresentados na tabela 24 revelaram que a intensidade máxima percebida não difere entre as amostras de sacarose (A), aspartame (B) e sucralose (C). Já as amostras com neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) apresentam diferença entre si ( $p \leq 0,05$ ).

A amostra que apresentou a menor intensidade de doçura foi à amostra que contém ciclamato/ sacarina 2:1 (F) com a nota média de 6,4. A amostra que recebeu a maior nota foi a que contém estévia em sua formulação 7,9, ou seja, apresenta a maior intensidade de doçura.

Os sorvetes analisados em relação a integral do tempo mostraram que são diferentes entre si em nível de 5% de significância. Sendo a amostra com sacarose (A) aquela que apresentou o menor valor, ou seja, 38 seguido da amostra com ciclamato/ sacarina 2:1 (F) com 39,9 e amostra que apresentou o maior valor foi à amostra com estévia (E) 52,7 apresentando a maior curva de intensidade de doçura (Figura 43).

O maior valor da integral encontrado foi na amostra de estévia (E) que apresentou o valor médio de 249,5. As amostras de sacarose (A) e ciclamato/ sacarina (F) não apresentaram diferença significativa entre si ( $p \leq 0,05$ ). A amostra de estévia (E) difere de todas as demais amostras em nível de 5% de significância. As amostras com aspartame (B) e neotame (D) são semelhantes ( $p \leq 0,05$ ) e a amostra com sucralose (C) difere apenas da amostra com estévia (E).

**Tabela 24.** Médias da equipe sensorial para os parâmetros de curva tempo – intensidade para o atributo gosto doce residual.

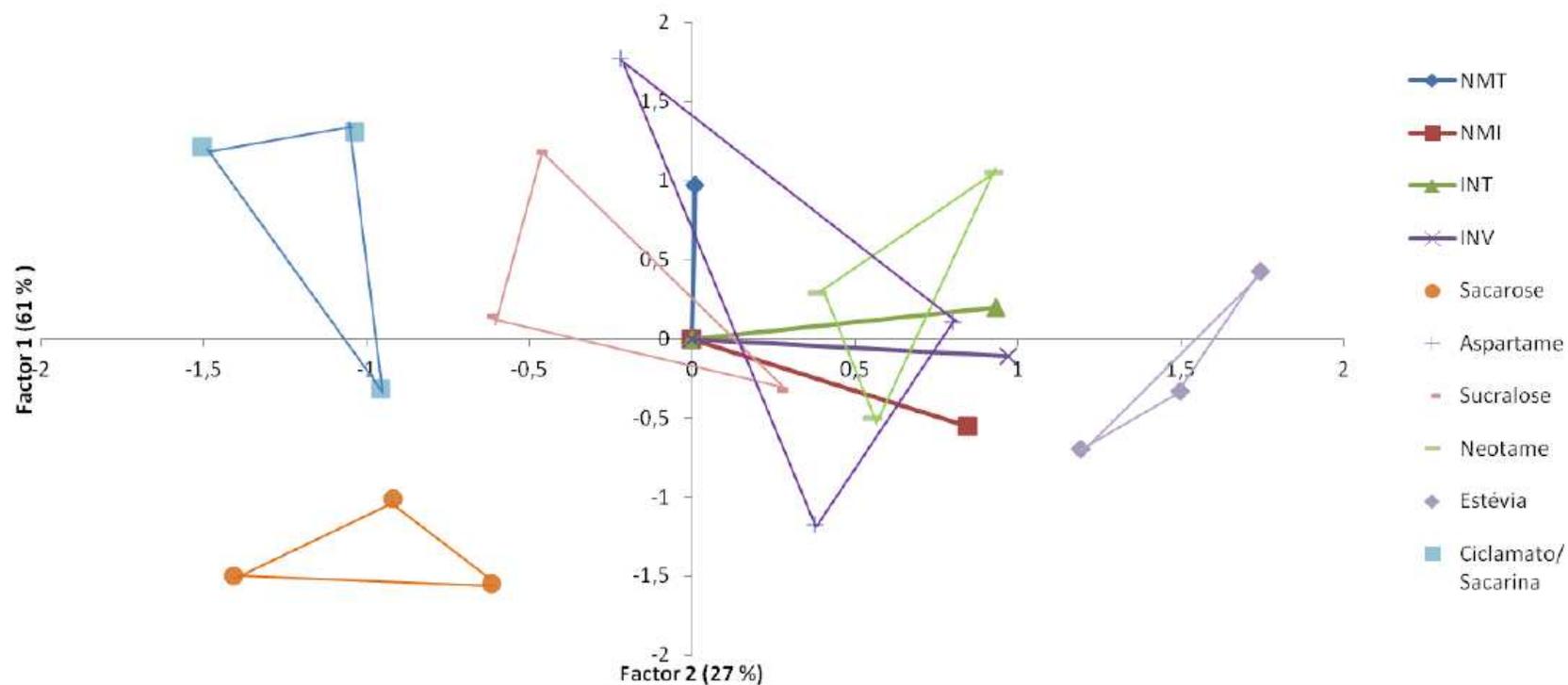
Amostras	NMT	NMI	INT	INV
<b>A</b>	12,1348 <sup>b</sup>	7,0089 <sup>b</sup>	38,0100 <sup>d</sup>	165,2192 <sup>c</sup>
<b>B</b>	14,4834 <sup>a</sup>	7,3168 <sup>b</sup>	46,1761 <sup>a,b,c</sup>	201,4413 <sup>b</sup>
<b>C</b>	14,6378 <sup>a</sup>	7,0069 <sup>b</sup>	43,0073 <sup>b,c,d</sup>	179,7071 <sup>b,c</sup>
<b>D</b>	14,2108 <sup>a</sup>	7,3583 <sup>a,b</sup>	48,0435 <sup>a,b</sup>	206,8724 <sup>b</sup>
<b>E</b>	14,0211 <sup>a</sup>	7,9815 <sup>a</sup>	52,7342 <sup>a</sup>	249,5571 <sup>a</sup>
<b>F</b>	15,3038 <sup>a</sup>	6,3575 <sup>c</sup>	39,8836 <sup>c,d</sup>	156,4237 <sup>c</sup>

(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral: valor.

Amostras: Sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F).

Medias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si em nível de significância de 5%.

## Análise múltipla de tempo intensidade de doçura



**Figura 46.** Análise bidimensional dos componentes principais da análise múltipla tempo intensidade para doçura.

(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral: valor. Amostras: Sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F).

Na Figura 46 está representada a análise de componentes principais das amostras de sorvete com sacarose e os edulcorantes representadas bidimensionalmente pelos fatores 1 e 2 que juntos apresentam uma explicação de 88%.

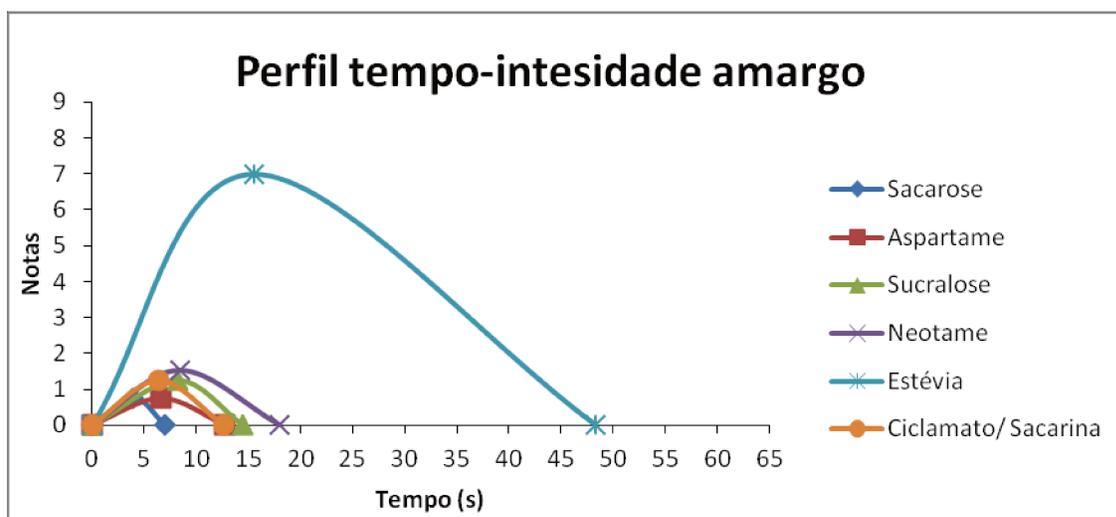
Pode se verificar então que os vetores indicadores da intensidade de doçura dos edulcorantes nas amostras de sorvete estão voltados para as amostras de estévia (E), neotame (D) e aspartame (B) como as amostras com a maior área da curva do gráfico (INT) e intensidade (NMI) de doçura e maior residual doce percebido. Analisando juntamente com a Tabela 24, onde as médias de Tukey estão expostas nota – se então que as maiores médias para intensidade máxima percebida pelos provadores estão exatamente nestas amostras que os vetores dos parâmetros estão voltados.

Analisando as amostras de sacarose (A), sucralose (C) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) juntamente com a Tabela 19 de médias de Tukey, estas amostras encontram-se opostas aos vetores intensidade máxima percebida (NMI) e integral da área do gráfico gerado pela curva de intensidade percebida (INT e INV).

#### 4.2.5.2 Atributo gosto amargo residual

O atributo gosto amargo é um termo relevante nos sorvetes com FOS e edulcorantes, pois como possuem edulcorantes na sua formulação e estes apresentam um residual amargo acentuado como a estévia, à análise de tempo – intensidade do gosto amargo pode explicar o motivo para a baixa aceitação de algumas amostras.

O perfil tempo – intensidade (Figura 47) para o atributo gosto amargo foi percebido em todas as amostras, porém na amostra com estévia (E) apresentou – se em maior intensidade, sendo esta bem próxima a 7 enquanto as demais amostras não passaram de 1,5.



**Figura 47.** Representação da curva de amargos das amostras.

Através da Tabela 25, pode - se verificar que a amostra (E) com estévia em sua formulação em relação ao tempo máximo em que o estímulo amargo é percebido se diferencia das demais amostras. As amostras de neotame (D) e sucralose (C), não apresentam diferença em relação ao tempo em que o estímulo amargo é identificado. A amostra de sacarose (A) também se diferencia das demais em nível de 5% de significância, enquanto que as amostras com aspartame (B) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) são semelhantes ( $p \leq 0,05$ ) em relação ao tempo máximo em que a intensidade de amargo é percebida.

**Tabela 25.** Médias da equipe sensorial para os parâmetros de curva tempo – intensidade para o atributo gosto amargo residual.

Amostras	NMT	NMI	INT	INV
<b>A</b>	3,922 <sup>c</sup>	0,7572 <sup>c</sup>	4,613 <sup>c</sup>	9,868 <sup>b</sup>
<b>B</b>	6,591 <sup>b,c</sup>	1,2020 <sup>b,c</sup>	8,740 <sup>b,c</sup>	23,315 <sup>b</sup>
<b>C</b>	8,181 <sup>b</sup>	1,2602 <sup>b,c</sup>	8,927 <sup>b,c</sup>	18,578 <sup>b</sup>
<b>D</b>	8,402 <sup>b</sup>	1,5348 <sup>b</sup>	12,968 <sup>b</sup>	27,180 <sup>b</sup>
<b>E</b>	15,544 <sup>a</sup>	7,0047 <sup>a</sup>	42,849 <sup>a</sup>	181,718 <sup>a</sup>
<b>F</b>	6,365 <sup>b,c</sup>	1,2531 <sup>b,c</sup>	8,737 <sup>b,c</sup>	21,354 <sup>b</sup>

(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral: valor. Amostras: Sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F). Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si em nível de significância de 5%.

A intensidade máxima percebida de amargor mostra que as amostras com aspartame (B), sucralose (C) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) não apresentam diferença significativa entre si ( $p \leq$

0,05) sendo a intensidade máxima de amargor percebida nestas amostras de 1,3. A amostra com sacarose (A) foi a que apresentou a menor intensidade de residual amargo, sendo este o esperado devido à sacarose não possuir tal atributo. A amostra de estévia (E) como já era esperado, foi a que apresentou a maior intensidade de gosto amargo se diferenciando das demais amostras ( $p \leq 0,05$ ) explicando, assim, a mais baixa aceitação da mesma (Tabela 26). A amostra com neotame (D) em sua formulação foi a segunda amostra com maior intensidade de amargor.

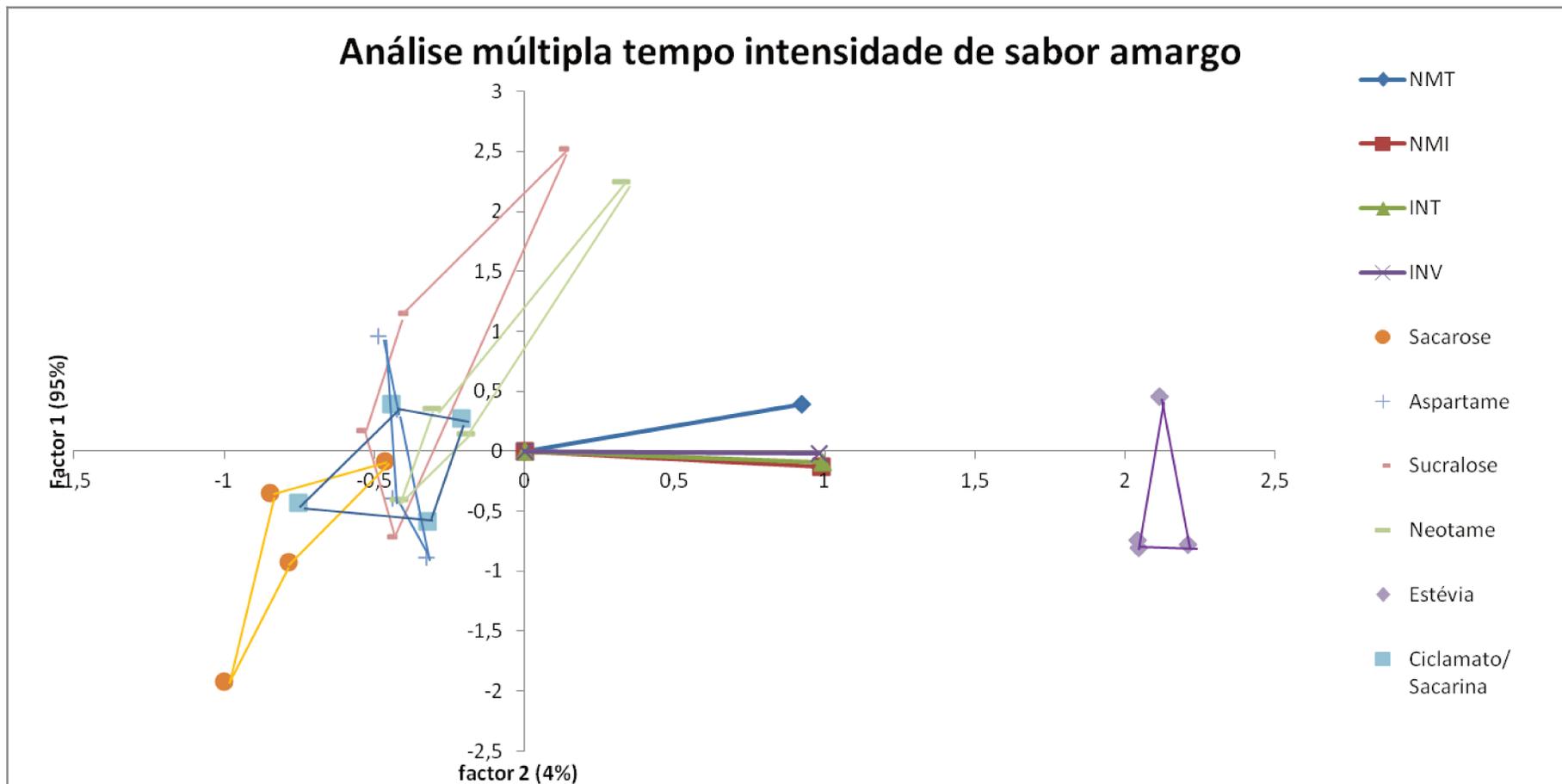
Em relação a integral do tempo gerada pelos estímulos de gosto amargo percebidos as amostras com aspartame (B), sucralose (C) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) não apresentaram diferença entre si em nível de 5% de significância. Já as amostras com sacarose (A), neotame (D) e estévia (E) conforme a Tabela 25 diferem entre si e das demais ( $p \leq 0,05$ ).

Analisando a Tabela 25 nota - se a integral gerada pelos valores de intensidade sentida pelos provadores nas amostras e verifica - se que a amostra com estévia (E) em sua formulação apresentou diferença significativa em relação às demais, devido ao valor encontrado ser muito maior (181,7) que aquele presente nas demais amostras (variando de 9,8 a 23), ou seja, a amostra com estévia (E) apresenta a maior intensidade de gosto amargo.

Estes valores maiores de estévia também foram encontrados por CARDELLO & DAMÁSIO (1999) e UMBELLINO (2005) quando analisaram solução aquosa e suco de manga, respectivamente.

Através da Figura 47 que representa a análise bidimensional dos componentes principais F1 e F2 do atributo gosto amargo com uma explicação de 99%, caracteriza uma análise com um bom resultado, onde todos os vetores estão voltados para a amostra de sorvete com estévia (E), caracterizando - a como a amostra com a maior intensidade de gosto amargo.

Verifica - se que as amostras de sorvete com sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) estão todas contrapostas aos vetores de tempo no nível máximo, máximo de intensidade, integral do tempo e valor da integral revelando então que estas amostras possuem uma intensidade menor de gosto amargo quando comparadas com a amostra de estévia (E).



**Figura 48.** Análise bidimensional dos componentes principais da análise múltipla tempo intensidade para sabor amargo.

(NMT) Nível máximo: tempo; (NMI) Nível máximo: intensidade; (INT) Integral: tempo; (INV) Integral: valor. Amostras: Sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F).

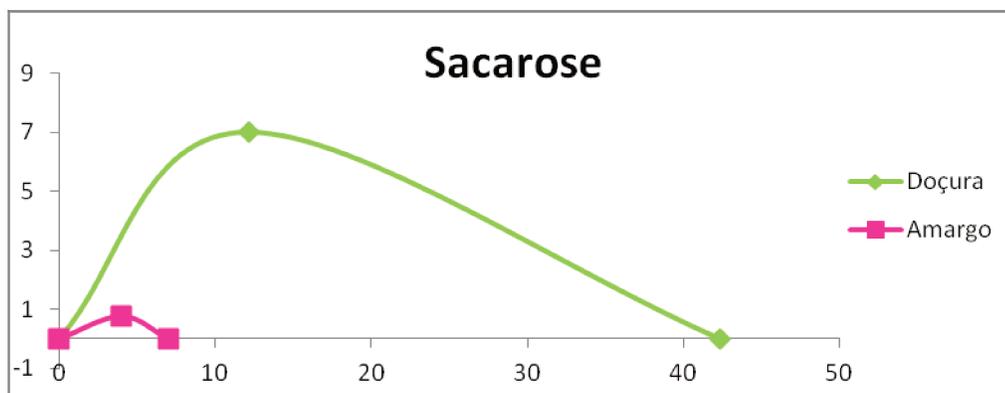
#### 4.2.5.1 Comparação dos atributos gosto doce e amargo residual

Através da análise das Figuras 49 a 54, pode - se notar que a intensidade de doçura presente nas amostras é maior do que a intensidade de amargor encontrada. As amostras com sacarose (A) e aspartame (B) quando analisadas verifica - se que estas possuem uma intensidade de doçura de 7,3 enquanto que de amargor é menor que 1,0.

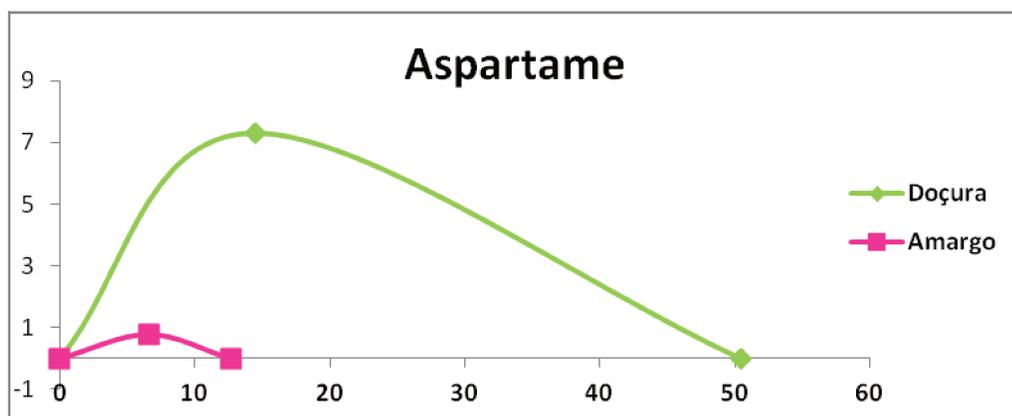
As amostras com sucralose (C) e com ciclamato/ sacarina 2:1 (F) também apresentam as mesmas características, sendo que, nestas a intensidade de doçura está próxima a 7,0 e a de amargor 1,3 revelando que estas amostras são bem parecidas.

Já a amostra de neotame (D) apresentou uma intensidade de doçura próxima a 7,35 enquanto que amargor foi de 1,5.

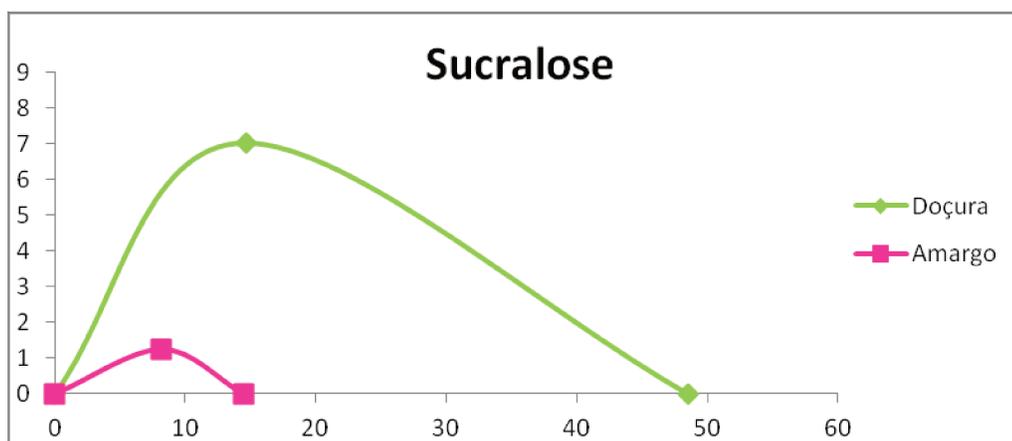
A amostra de estévia (E) conforme mostrado na Figura 52, revela que tanto sua intensidade de doçura quanto a de amargor foram altas, verificando ainda que a curva de doçura se sobressaiu a de amargo, com intensidade de 8 e 7, respectivamente.



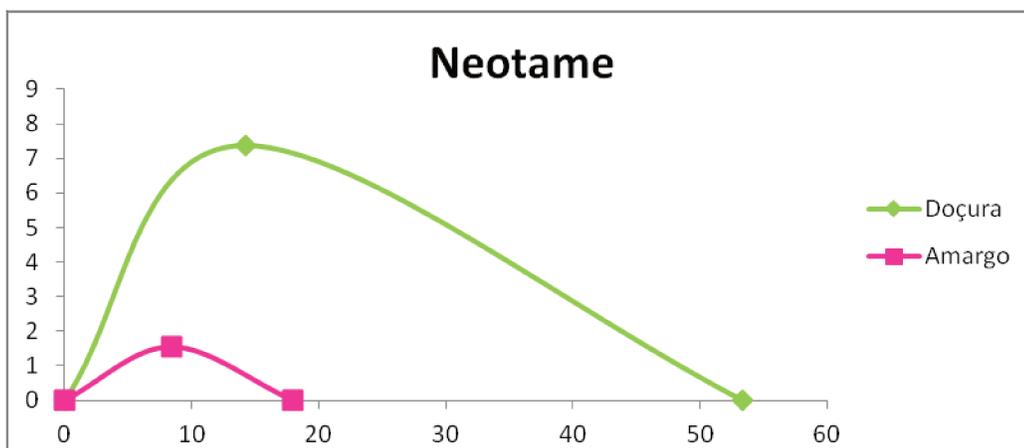
**Figura 49.** Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com sacarose.



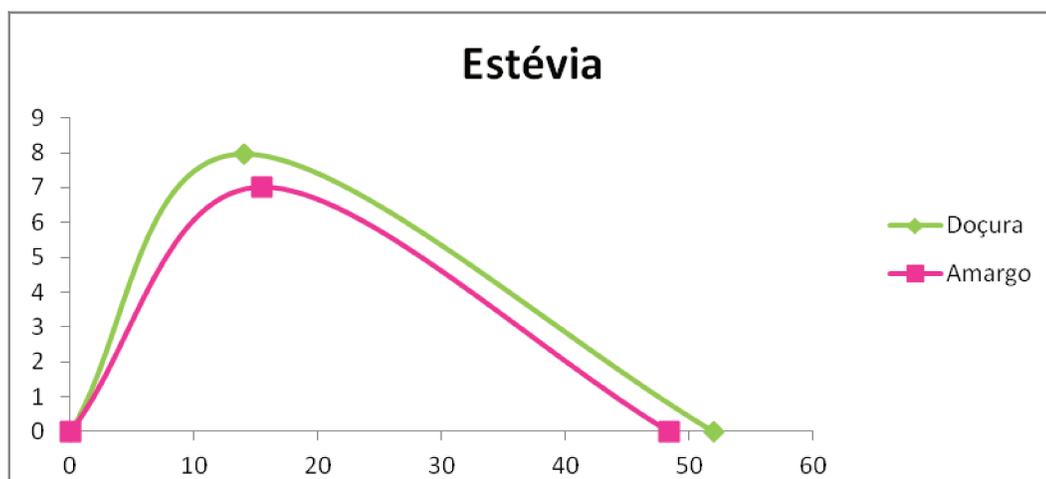
**Figura 50.** Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com aspartame.



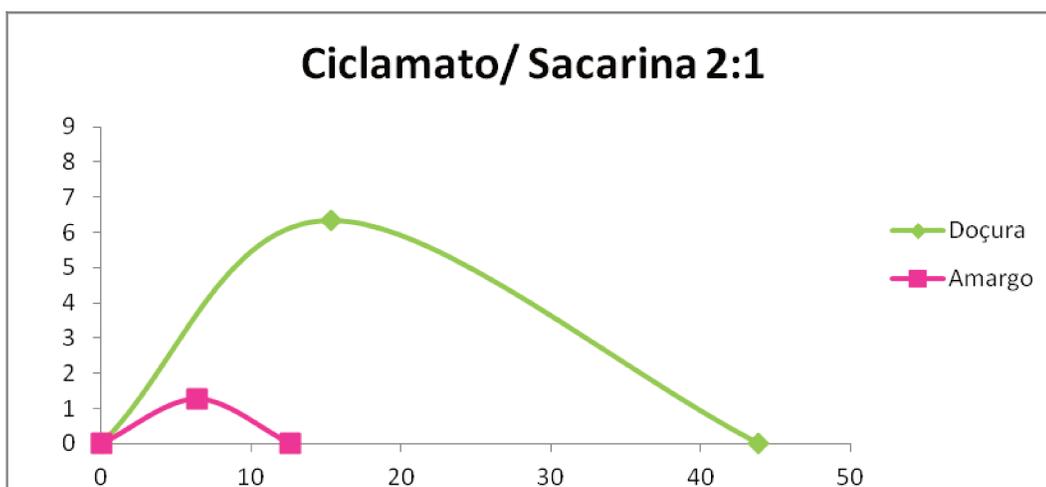
**Figura 51.** Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com sucralose



**Figura 52.** Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com neotame.



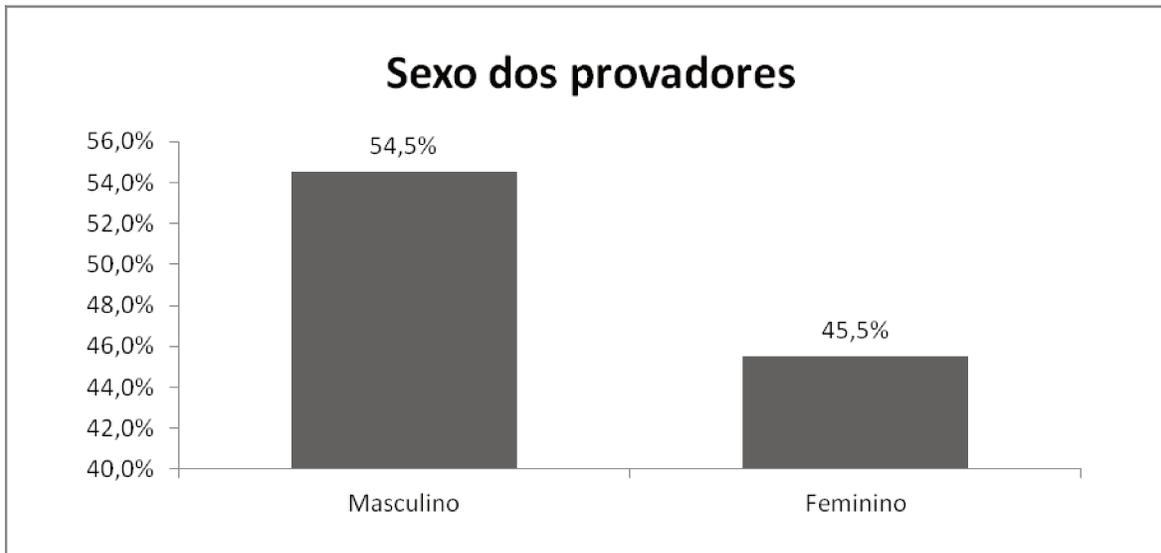
**Figura 53.** Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com estévia.



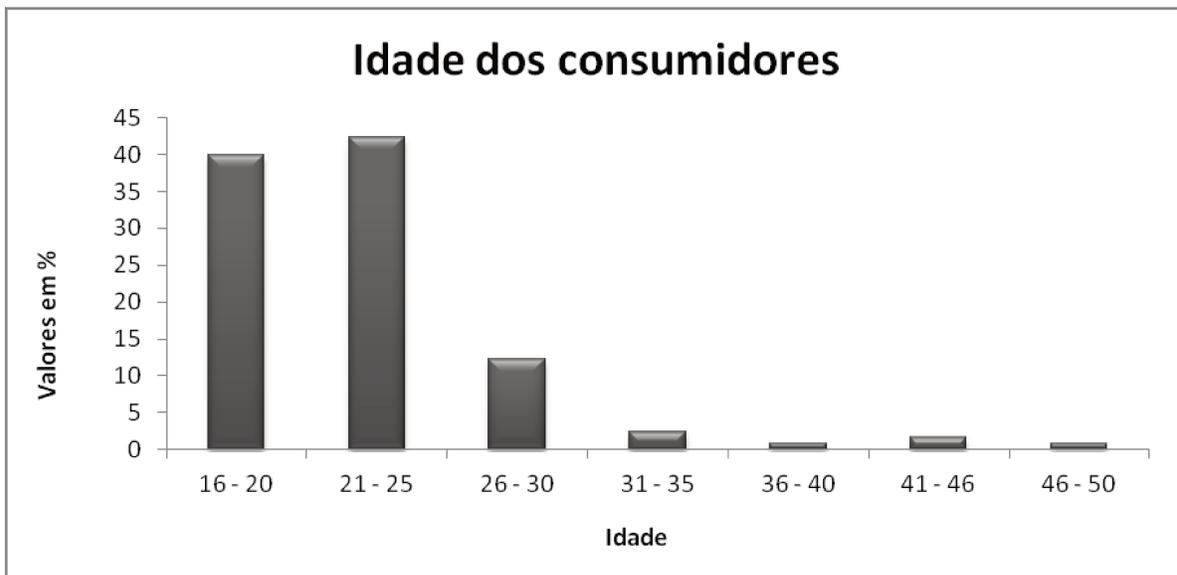
**Figura 54.** Curva de comparação da intensidade de doçura e amargo do sorvete de creme com sacarose.

#### 4.2.6 Aceitação

A análise de aceitação foi realizada com 123 consumidores os quais foram convidados a participarem dos testes a partir de cartazes espalhados pela Faculdade de Engenharia de Alimentos e Faculdades vizinhas. A faixa etária foi entre 16 e 48 anos, sendo 54,5% do sexo masculino e 45,5% do sexo feminino (Figura 55). Destes 40% tinham entre 16 e 20 anos e 43% entre 21 e 25 anos (Figura 56).



**Figura 55.** Infográfico de gêneros dos participantes do teste de aceitação para sorvete de creme com diferentes edulcorantes.



**Figura 56.** Infográfico da idade dos participantes.

Os resultados apresentados na Tabela 26, mostra que os sorvetes receberam médias altas em suas avaliações, sendo quase todas elas maiores que 6,0. Avaliando os atributos pode se verificar que em relação à aparência e textura as amostras não apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ).

Em relação à aparência e textura das amostras a amostra de sucralose (C) foi a que recebeu maior nota nestes atributos, sendo elas 6,5 e 6,1 respectivamente.

Quando avaliado o aroma das amostras nota – se que as amostras de Neotame (D) e Estévia (E) diferiram entre si, mas são semelhantes as demais. Podendo ainda verificar que a amostra de neotame (D) foi a que recebeu a maior nota 6,4 e a amostra de estévia recebeu a menor nota 5,8 explicando então o motivo da diferença entre as amostras. (Tabela 26) Porém quando comparado com os dados obtidos na ADQ, realizada por provadores treinados verifica-se que as amostras não apresentam diferença significativa em relação aos aromas levantados (Tabela 19).

O atributo sabor também recebeu notas altas (acima de 5,9) perante aos consumidores, a não ser a amostra de estévia (E) que recebeu a menor nota de avaliação 3,7, caracterizando então que a amostra foi, na verdade, rejeitada perante aos consumidores. Este fato se dá devido à amostra possuir um gosto amargo muito elevado influenciando então no sabor da amostra. Resultados semelhantes também foram encontrados por CARDOSO (2007), UMBELINO (2005) e MELO (2008) no néctar de pêssigo, suco de manga e chocolate ao leite, respectivamente.

A impressão global dos sorvetes também recebeu notas acima de 5,9 a não ser a amostra de estévia (E) que novamente recebeu as menores notas de avaliação pelos consumidores resultando em uma média baixa de 4,5.

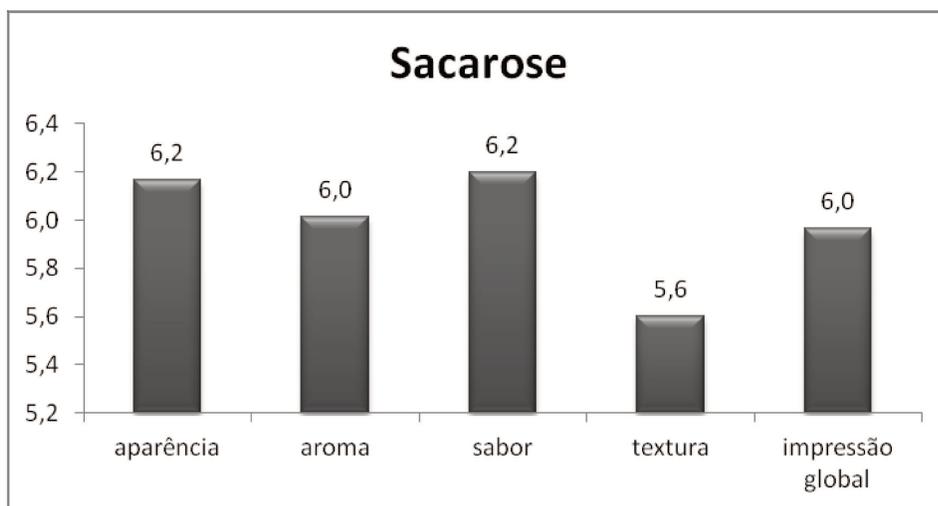
**Tabela 26.** Notas média das amostras para cada atributo avaliado.

<b>Amostra</b>	<b>Aparência</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Impressão Global</b>
<b>Sacarose</b>	6,1 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a, b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>
<b>Aspartame</b>	6,2 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a, b</sup>	6,1 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>
<b>Sucralose</b>	6,5 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a, b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>
<b>Neotame</b>	6,9 <sup>a</sup>	6,31 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>
<b>Estévia</b>	6,3 <sup>a</sup>	5,7 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>	5,5 <sup>a</sup>	4,5 <sup>b</sup>
<b>C/S 2:1</b>	6,3 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a, b</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>

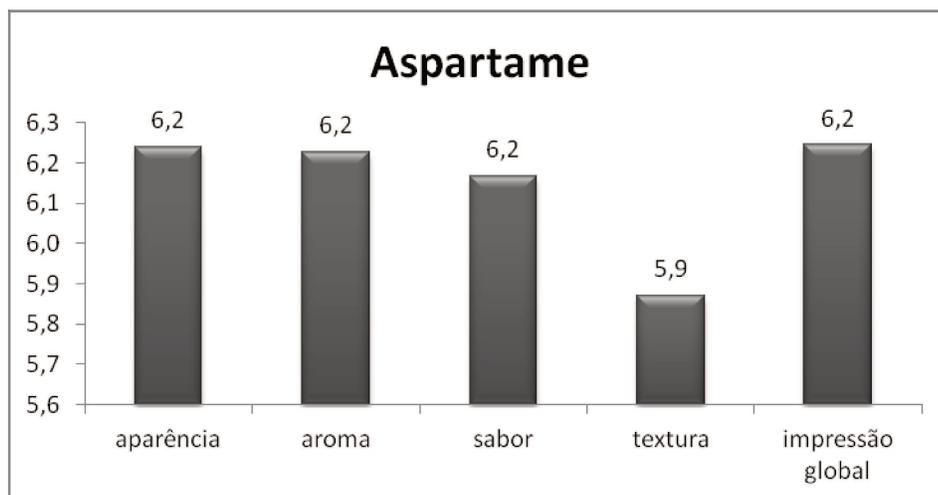
Médias com letras em comum na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de média de Tukey

A Figura 57 revela que a amostra de sorvete com sacarose (A) em sua formulação recebeu notas acima de 6,0 nos atributos de aparência, aroma, sabor e impressão global, respectivamente, e nota de 5,6 em textura, mostrando então que amostra foi bem aceita perante aos consumidores.

Analisando a Figura 58 pode – se verificar que a amostra com aspartame (B) recebeu notas altas nos atributos analisados sendo todos maiores que 5,9. Realizando uma análise conjunta com as notas recebidas pela amostra de sacarose (A) pode se verificar que as notas recebidas por ambas são bem próximas, revelando que as mesmas foram bem aceitas.

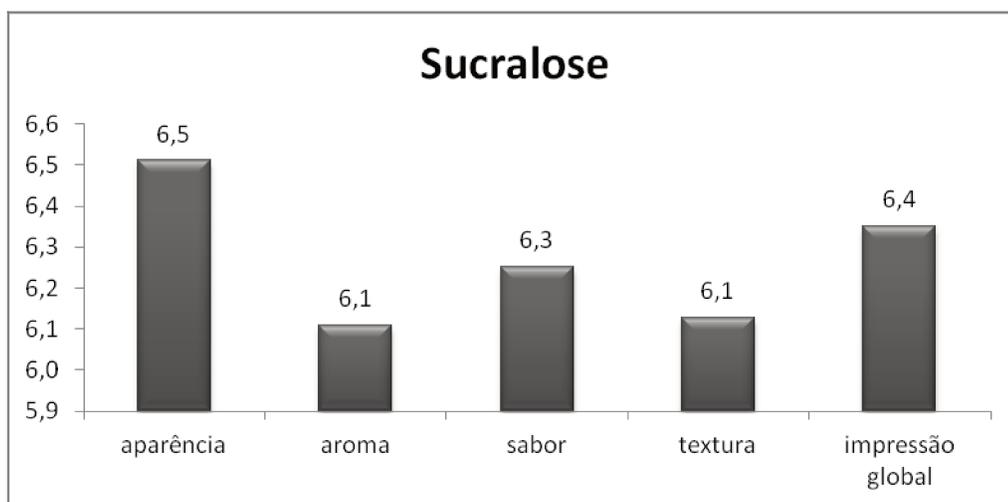


**Figura 57.** Representação das notas recebidas para a amostra de sacarose.



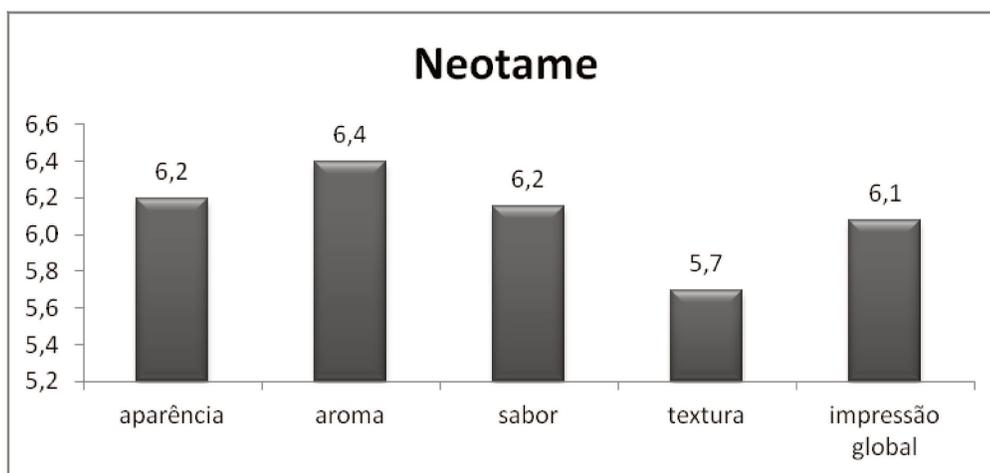
**Figura 58.** Representação das notas recebidas para a amostra de aspartame.

A Figura 59 mostra que a amostra (C) que possui sucralose em sua formulação recebeu notas ainda maiores que as amostras de sacarose (A) e aspartame (B) nos atributos de aparência, sabor e impressão global podendo – se então verificar que a substituição da sacarose pela sucralose na formulação do sorvete de creme com fruto – oligossacarídeo fez com a amostra recebesse notas mais altas pelos consumidores, apesar das amostras não apresentarem diferença significativa ( $p \leq 0.05$ ) através do teste de médias de Tukey.



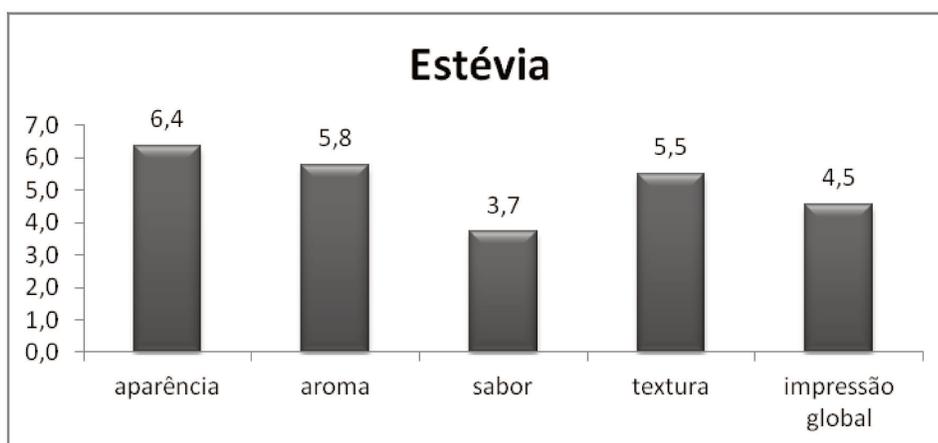
**Figura 59.** Representa as notas recebidas para a amostra de sucralose.

A amostra (D) de sorvete com neotame em sua formulação recebeu notas semelhantes às recebidas pelas amostras de sacarose (A) e aspartame (B) para seus atributos, sendo estas todas maiores que 5,7. O aroma da amostra com neotame (D) apesar de não diferir ( $p \leq 0,05$ ) das amostras de sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C) e ciclamato/ sacarina (F) apresentou a maior nota para tal atributo sendo ela 6,4 (Figura 60).

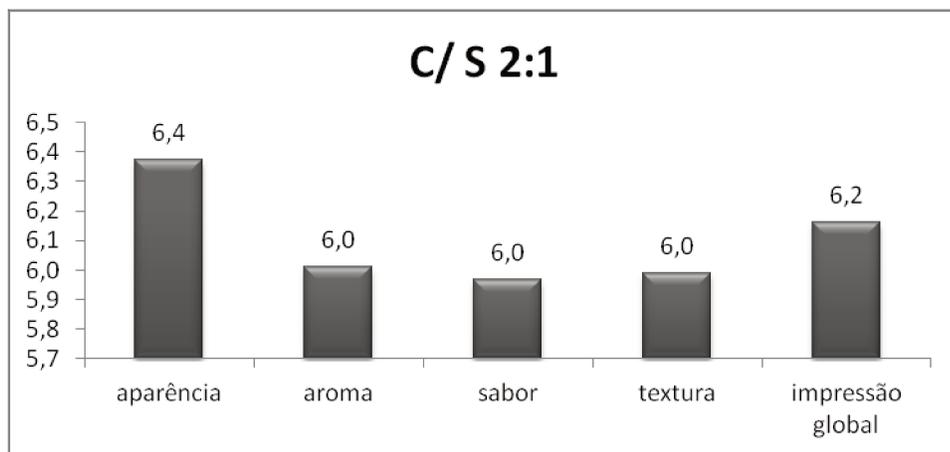


**Figura 60.** Representação das notas recebidas para a amostra de neotame.

Ao contrário da tendência apresentada pelas amostras de sorvete com sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) em relação a aceitação, a amostra com estévia (E) recebeu notas médias baixas nos atributos de aroma, sabor e impressão global, revelando que sua aceitação perante aos consumidores foi baixa, tal resultado pode ser explicado pelo residual amargo que este edulcorante deixa no produto. (Figura 61) Resultado semelhante também foi encontrado por MARCELLINI (2005), que verificou que a amostra de suco de abacaxi com estévia também apresentou médias baixas nos atributos sabor e impressão global.



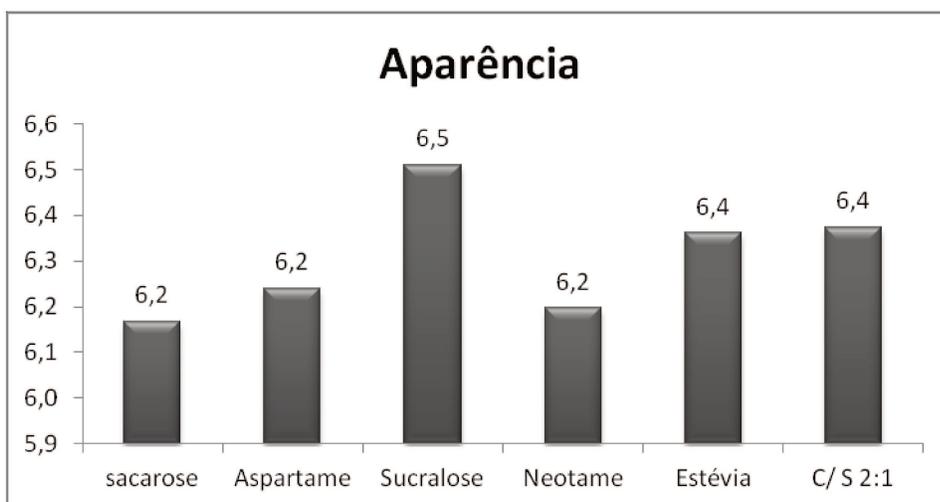
**Figura 61.** Representação das notas recebidas para a amostra de estévia.



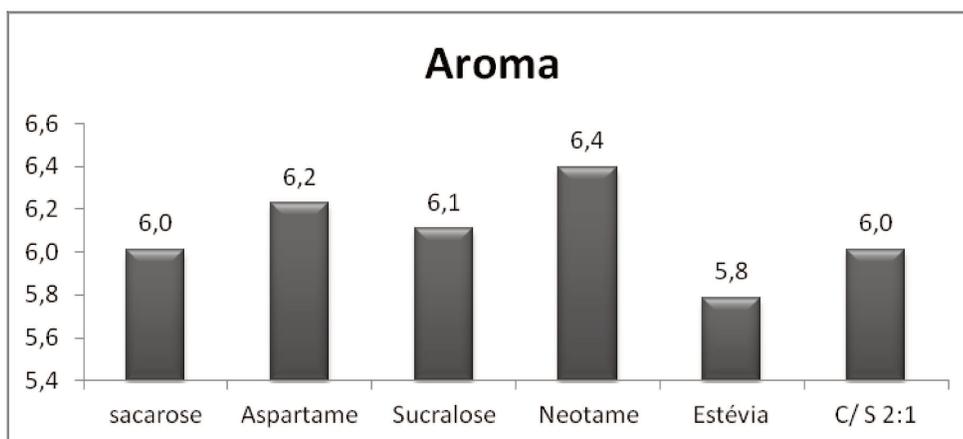
**Figura 62.** Representação das notas recebidas para a amostra de ciclamato/ sacarina 2:1.

A Figura 62 revela que a amostra (F) de sorvete com ciclamato/ sacarina 2:1 em sua formulação recebeu notas semelhantes às demais amostras, exceto a amostra de estévia, sendo elas todas acima de 6,0, mostrando – se como uma amostra bem aceita pelos consumidores.

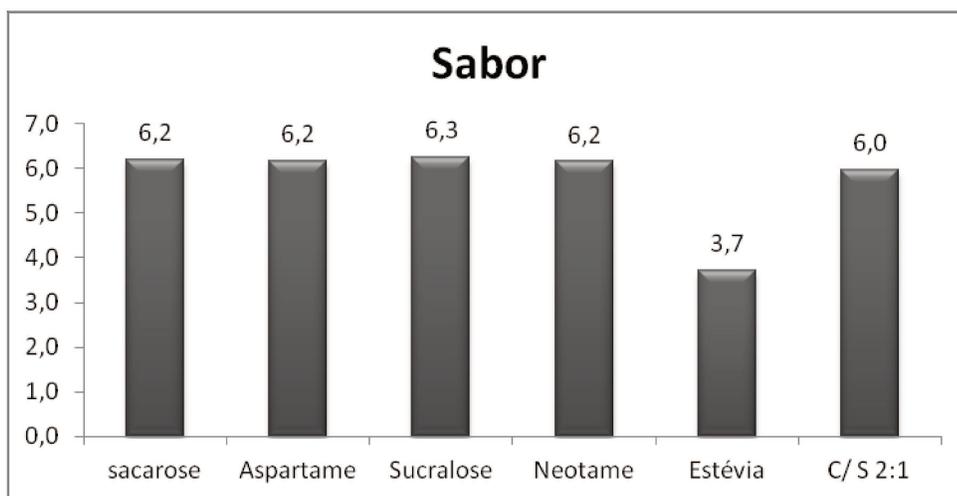
As Figuras 63, 64, 65, 66, 67 representam a comparação dos atributos entre as amostras mostrando as maiores e menores valores médios de aceitação das amostras para cada atributo. Em relação a aparência pode – se notar que a amostra que recebeu a maior nota foi aquela com sucralose (C) e a que recebeu a menor nota foi a amostra de sacarose (A). Já no atributo aroma a amostra de neotame (D) e a amostra de estévia (E) receberam a maior e a menor nota de aceitação respectivamente. Em relação ao sabor, textura e impressão global a amostra que recebeu a maior nota foi a de sucralose (C) e a menor nota a amostra de estévia (E).



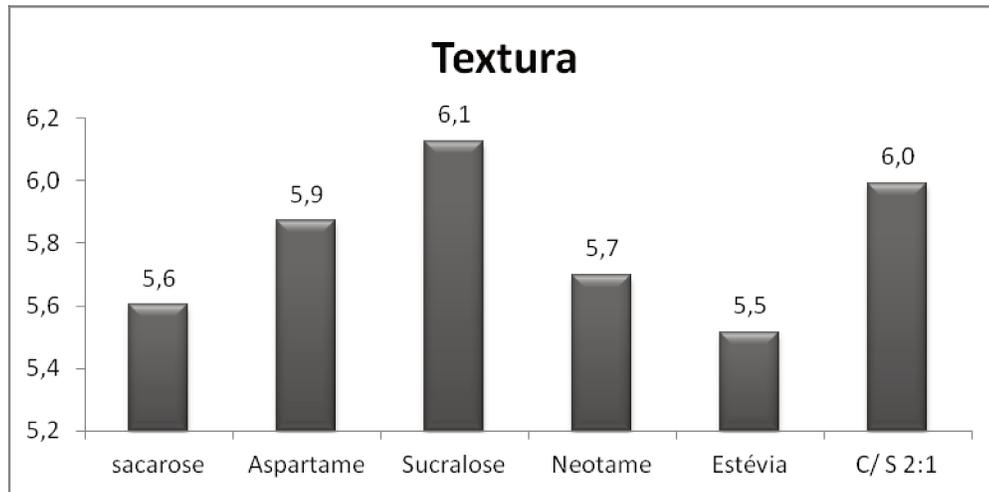
**Figura 63.** Apresentação da comparação das notas do atributo aparência entre as amostras.



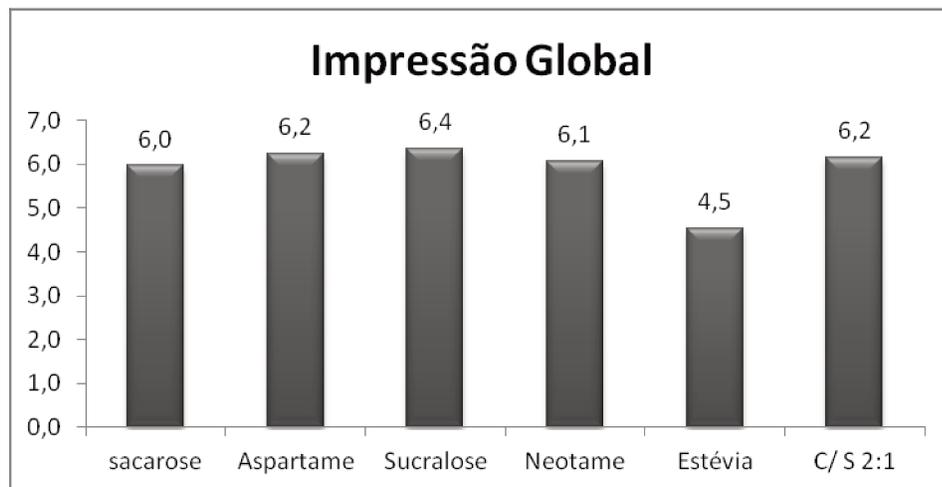
**Figura 64.** Apresentação da comparação das notas do atributo aroma entre as amostras.



**Figura 65.** Apresentação da comparação das notas do atributo sabor entre as amostras.



**Figura 66.** Apresentação da comparação das notas do atributo textura entre as amostras.

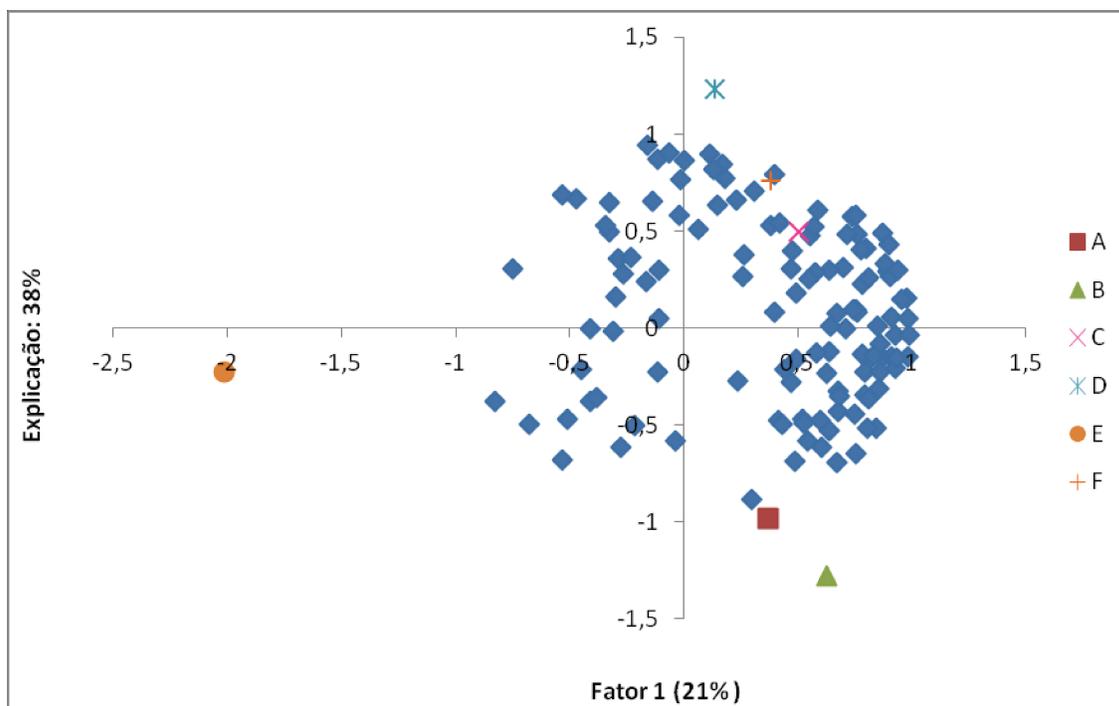


**Figura 67.** Apresentação da comparação das notas da impressão global entre as amostras.

O mapa de preferência interno é uma ferramenta que permite conhecer a preferência individual de cada provador, possibilitando identificar a preferência de determinado consumidor ou grupo de consumidores em relação ao conjunto total deles.

O mapa de preferência interno foi gerado a partir das respostas dos consumidores com relação à impressão global sobre o produto. A Figura 68 apresenta a análise bidimensional do

mapa de preferência das amostras de sorvete de creme com os diferentes edulcorantes, o qual obteve uma explicação de 59%.



**Figura 68.** Mapa de preferência interno das amostras de sorvetes.

As amostras de sorvete são: sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D), estévia (E) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F).

O mapa de preferência interno (Figura 67) foi gerado a partir das respostas dos 123 consumidores que realizaram o teste de aceitação e podendo ser identificado que a preferência dos consumidores ficou bem dividida entre as amostras de sorvete com sacarose (A), aspartame (B), sucralose (C), neotame (D) e ciclamato/ sacarina (F).

O mapa permite ainda verificar que a amostra de sucralose (C) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) são as amostras que possuem o maior aglomerado de provadores ao seu redor.

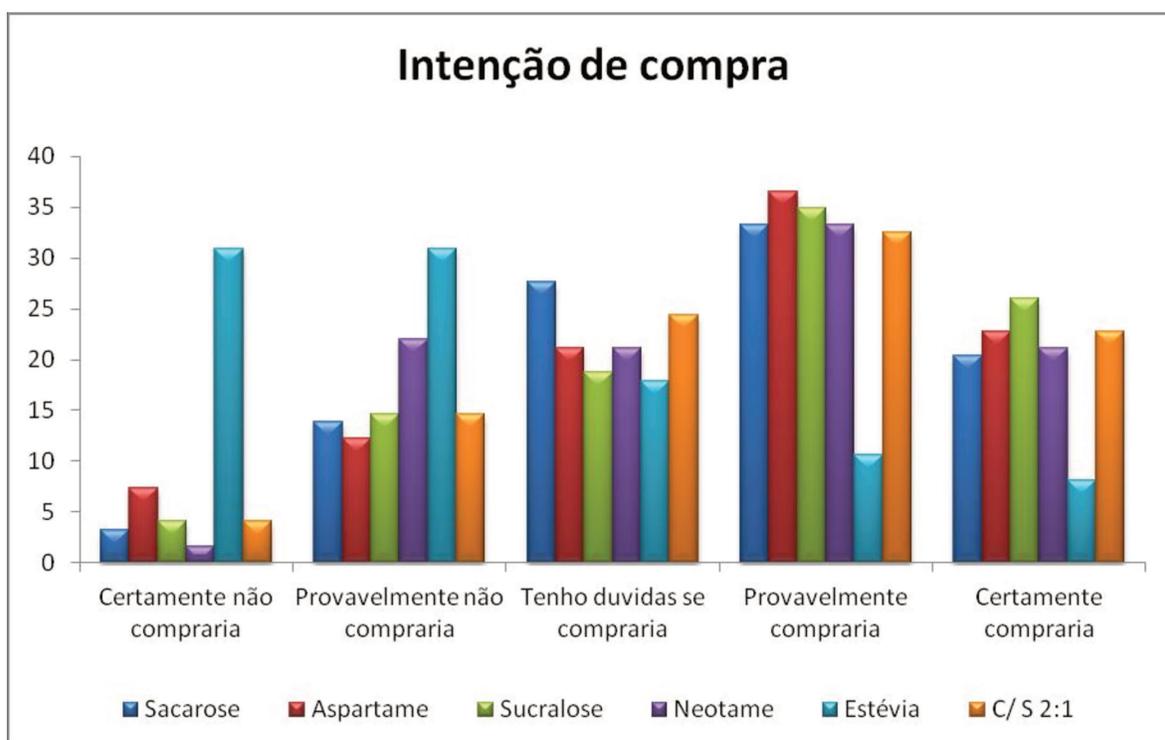
As amostras de sacarose (A) e aspartame (B) encontram – se contrapostas ao quadrante das amostras de neotame (D), ciclamato/ sacarina 2:1 (F) e sucralose (C), mas todas as amostras estão posicionadas nos quadrantes com o maior número de consumidores.

A amostra (E) que contém estévia em sua formulação encontra – se localizada no extremo do gráfico onde há o menor número de consumidores posicionados, mostrando que esta amostra não é a preferida dos consumidores.

A Figura 69 nos revela a intenção que os consumidores possuíam em comprar as amostras avaliadas. Mostrando que a amostra com a maior porcentagem de respostas “certamente não compraria” foi à amostra de estévia (E) comprovando novamente sua baixa aceitação pelos consumidores.

A amostra de sucralose (C) foi à amostra que apresentou a maior porcentagem de “certamente compraria” (26%), seguida das amostras de aspartame (B) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) com 23%.

Porém a categoria com maior porcentagem de intenções foi a de “provavelmente compraria” onde a amostra com maior intenção foi a amostra de aspartame (B) 37%, seguida da amostra de sucralose (C) 35% e as amostras de sacarose (A), neotame (D) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) com 33% das intenções.



**Figura 69.** Representação da intenção de compra dos consumidores perante as amostras de sorvete de creme com FOS e diferentes edulcorantes.

#### 4.2.8 Determinação dos atributos mais valorizados pelos consumidores (PLS)

A análise estatística de Correlação dos Quadrados Mínimos Parciais (*Partial Least Square* – PLS) foi realizada para determinar os atributos sensoriais (resultantes da ADQ®) e impressão global, mais valorizado positiva e negativamente pelos consumidores (Figura 70).

A Figura 70 revela a correlação da análise de aceitação com a análise descritiva quantitativa, podendo – se verificar que a amostra com estévia (E) em sua formulação apresenta – se em oposição as demais amostras, sendo caracterizada pelos atributos sabor de leite (SLE), gosto doce (SDO) e gosto doce residual (SDR) a amostra (E) é a amostra que possui a menor distribuição de provadores ao seu redor isto se dá pela a baixa aceitação que a amostra obteve (Tabela 19).

A amostra de neotame (D) em sua formulação apresentou – se em contraposição as amostras (C), (B) e (F) sendo caracterizada pelos atributos aroma lácteo (ALP) e brilho (BRI), mesmo a amostra estando em contraposição as demais amostras esta está situada no quadrante com um número alto de consumidores, podendo então dizer que está amostra foi bem aceita por eles.

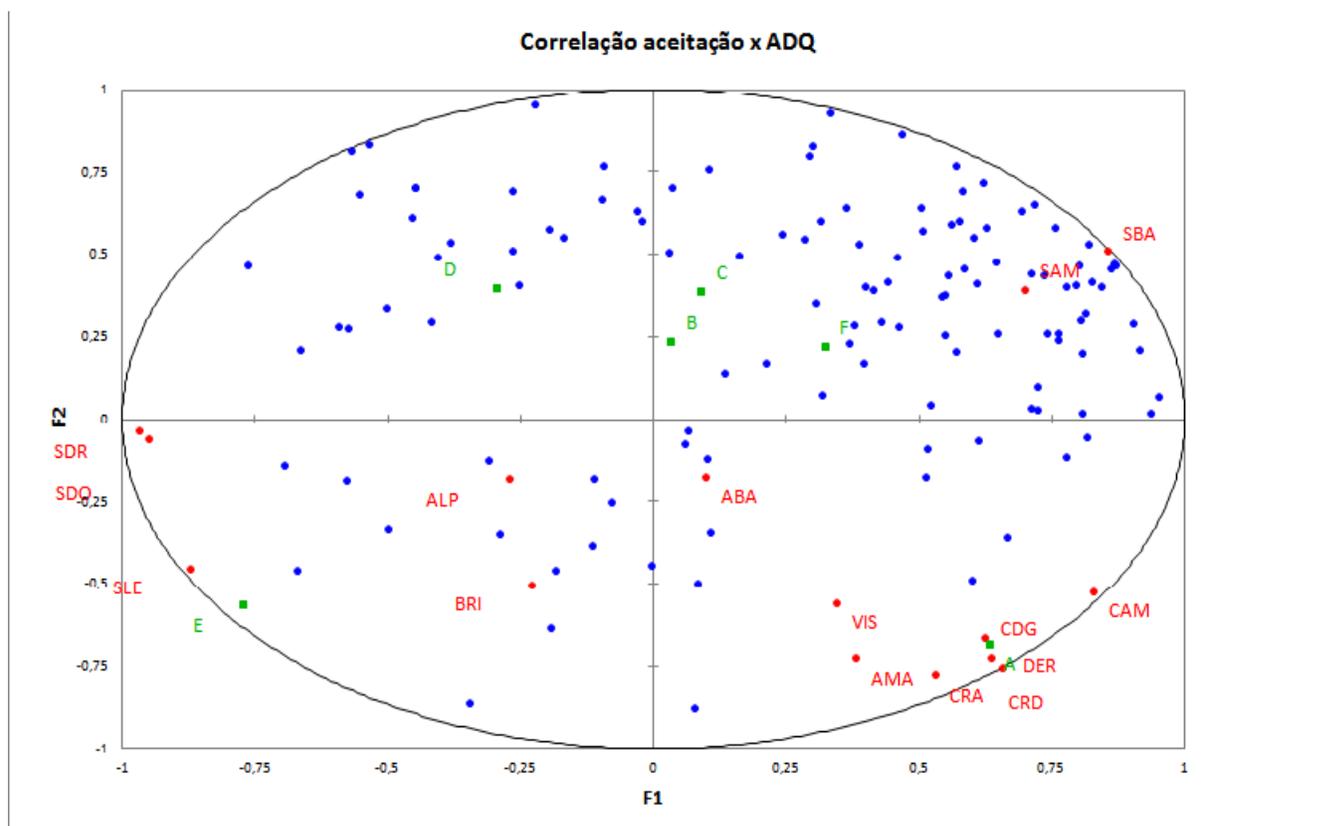
As amostras de aspartame (B), sucralose (C) e ciclamato/ sacarina 2: 1 (F) foram caracterizadas pelos atributos de gosto amargo (SAM), sabor de baunilha (SBA) e aroma de baunilha (ABA) verificando então que há uma discordância em relação a ADQ e a Análise múltipla de tempo intensidade onde a amostra caracterizada com maior intensidade de gosto amargo foi a amostra com estévia (E). Estas amostras estão localizadas onde há a maior distribuição de consumidores, indicando que estas foram às preferidas pelos consumidores.

O sorvete com sacarose na formulação (A) está localizado contraposto as amostras (B), (C) e (F), sendo caracterizada pelos atributos de viscosidade (VIS), aroma de manteiga (AMA), cremosidade aparente (CRA), cremosidade (CRD), derretimento (DER), cristais de gelo (CDG) e cor amarela (CAM), porém mesmo em contraposição esta amostra está de acordo com a Tabela 19 obteve uma nota alta para aceitação.

Na Figura 71 estão apresentados os coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre as amostras de sorvete, em relação às médias

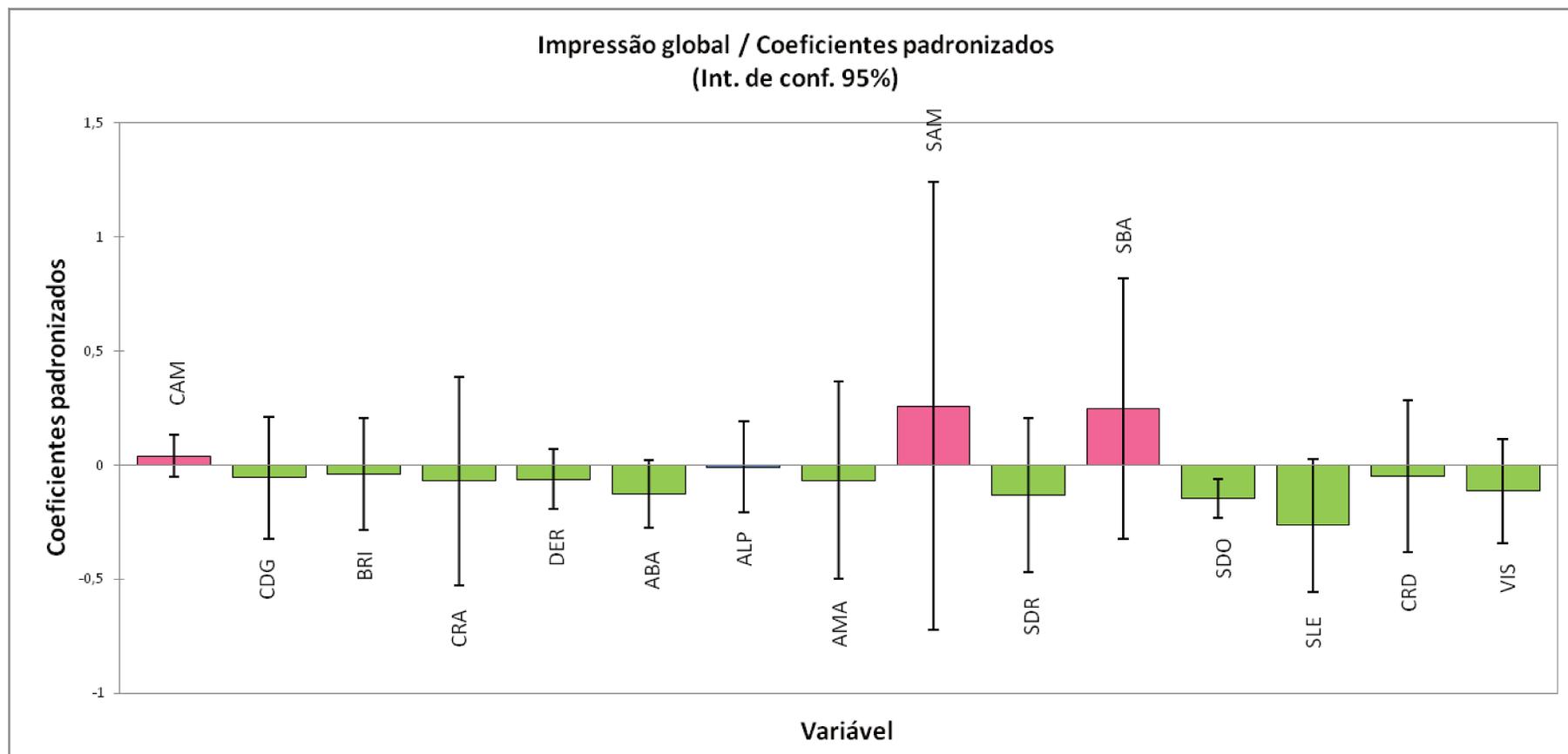
obtidas pelos atributos determinados na Análise Descritiva Quantitativa e os dados da impressão global obtidos no teste de aceitação com 123 consumidores.

Analisando a Figura 71, nota – se que os atributos cor amarela, sabor amargo e sabor de baunilha influenciaram na aceitação das amostras, porém não pode se concluir que os atributos influenciaram positivamente ou negativamente a aceitação das amostras de sorvete, pois não obtiveram intensidade suficiente para tal rejeição ou aceitação.



**Figura 70.** Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras (A = sacarose; B = aspartame; C = sucralose; D = neotame; E = estévia; F = ciclamato/ sacarina 2:1 em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação.

CAM: Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento; ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Gosto residual amargo; SDR: Gosto doce residual; SDO: Gosto doce; SBA: Sabor de baunilha; SLE: Sabor de leite; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.



**Figura 71.** Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de sorvete com edulcorantes em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação.

CAM: Cor Amarela; CDG: cristais de gelo; BRI: Brilho; CRA: Cremosidade aparente; DER: Derretimento; ABA: Aroma de baunilha; ALP: Aroma de leite; AMA: Aroma de manteiga; SAM: Gosto residual amargo; SDR: Gosto doce residual; SDO: Gosto doce; SBA: Sabor de baunilha; SLE: Sabor de leite; CRD: Cremosidade – derretimento; VIS: Viscosidade.

## 5. CONCLUSÃO

A partir do teste de ordenação preferência foi possível identificar a melhor formulação para o sorvete, sendo esta com 0,6 % de FOS, que garante 3g de fibras em 100g do sorvete respeitando então o que a legislação exige.

Pode – se concluir que a doçura ideal no sorvete de creme com FOS foi de 9%, sendo esta quantidade normalmente já utilizada nos produtos processados industrialmente.

As análises físico químicas realizadas no sorvete revela que as amostras são semelhantes quanto ao pH, firmeza (textura) e velocidade de derretimento. Porém em relação à adesividade (textura) a amostra com sacarose (A) é a que apresenta menor adesividade e a amostra com sucralose (C) a apresenta a maior adesividade. A análise de cor revela que a amostra com sacarose (A) é a que apresenta a maior intensidade da cor amarela e a amostra com neotame (D) apresenta a menor intensidade.

O *overrun* das amostras não pode ser um teste conclusivo, pois como o sorvete foi produzido em uma sorveteira “caseira” a incorporação de ar é relativa, ou seja, não pode ser controlada.

Através da análise de equivalência de doçura, pode – se, definir as quantidades de edulcorantes adicionados ao sorvete que equivaleriam à mesma doçura da amostra com sacarose (A).

O perfil sensorial das amostras foi determinado através da ADQ, onde está análise descreveu os atributos que possuem maior relevância nas amostras. A amostra com sacarose (A) foi caracterizada pelos atributos cristais de gelo, cor amarela, brilho, cremosidade aparente e derretimento podendo concluir que este açúcar interfere na aparência dos sorvetes.

As amostras com aspartame (B), sucralose (C), neotame (D) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) mostraram – se semelhantes na ADQ, sendo caracterizadas pelos mesmos atributos, podendo ser ressaltado o gosto doce, sabor de leite e cremosidade/ derretimento na amostra com neotame em sua formulação.

O sorvete com estévia em sua formulação foi caracterizado como uma amostra com residual doce e gosto amargo em altas intensidades diferenciando – a das demais.

A análise múltipla de tempo intensidade teve como objetivo quantificar a intensidade de doçura e amargor das amostras, revelando então que a amostra com maior intensidade destes atributos foi a com estévia (E) na formulação.

As curvas obtidas na análise múltipla de tempo intensidade revelaram que as amostras com menor intensidade de doçura são as que contêm ciclamato/ sacarina 2:1 (F), sucralose, sacarose, aspartame e neotame em suas formulações, respectivamente.

A análise de aceitação revelou que as amostras foram bem aceitas perante aos consumidores possuindo médias maiores ou próximas a seis. Somente a amostra com estévia obteve notas menores que seis.

Através das notas médias de impressão global pode – se concluir que as amostras A, B, C, D e F não apresentaram diferença significativa entre si, sendo então bem aceitas perante os consumidores. A amostra com estévia (E) com uma média de 4,5 foi rejeitada perante os consumidores.

Conclui – se então que através das análises realizadas que os sorvetes de creme com FOS adoçadas com sucralose (C), aspartame (B), neotame (D) e ciclamato/ sacarina 2:1 (F) apresentaram alta aceitação (acima da região correspondente à “gostei moderadamente”) e sem diferença significativa entre si e em relação à sacarose ( $p \leq 0,05$ ) evidenciando que podem ser alternativas promissoras para a indústria de sorvetes sabor creme “diet” na substituição da sacarose.

## 6. APÊNDICE

### APÊNDICE A

#### Termo de consentimento livre esclarecido

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: **PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO E DIRECIONADORES DE PREFERENCIA DE SORVETE COM DIFERENTES EDULCORANTES COM FRUTO - OLIGOSSACARÍDEO.**

O motivo que resultou na realização desse trabalho é a importância da realização de um produto altamente consumido com redução calórica.

O objetivo do trabalho é o desenvolvimento de um produto com redução calórica e adição de prebiótico.

É muito improvável qualquer desconforto ou risco para você que participar da pesquisa, sendo que os edulcorantes e o prebiótico utilizados não oferecem riscos a saúde, pois são alimentícios e não possuem nenhum tipo de substância que impossibilitem a sua ingestão.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da pesquisa em qualquer aspecto que desejar, pelo telefone (19) 3521-4084/ (11) 9512-7503 ou pelo e-mail: jupferraz@hotmail.com. Além disso, reclamações e/ou denúncias referente aos aspectos éticos da pesquisa podem ser esclarecidos no próprio Comitê de Ética pelo telefone (19) 3521-8936.

Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade.

Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Eu..... , declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado (a) pela pesquisadora..... dos procedimentos que serão utilizados, riscos e desconfortos, benefícios, custo/reembolso dos participantes, confidencialidade da pesquisa, concordo ainda em participar da pesquisa. Foi me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade. Declaro ainda que recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## 7. REFERÊNCIAS

- ABDI, H. Partial Least Squares (PLS) Regression. In: LEWIS-BECK, M.; BRYMAN, A.; LIAO, T.F. (Eds.). **Encyclopedia of Social Sciences Research Methods**. Thousand Oaks (CA): Sage. v.3, 2004. 1528p.
- ABIA. **Um olho na alimentação**. Disponível em: <[http://www.anuarioabia.com.br/editorial\\_05.html](http://www.anuarioabia.com.br/editorial_05.html)>. Acesso em: 23 abr. 2010.
- ABIAD (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres). **Produtos lights - Diet - Brasil – Mercado Mercado de lights e diets já atinge US\$ 3,6 bilhões**. Disponível em: <<http://www.abiad.org.br/index.php/noticias>>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- ABIS (Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete). **Brasil é o 10º em consumo de sorvetes**. Disponível em: <<http://www.abis.com.br/>> Acesso em 15 de Março de 2010.
- AHMDIFAR, E; AKRAMI R.; GHELICH, A. EZAREJABAD, A, M. Effects of different dietary prebiotic inulin levels on blood serum enzymes, hematologic, and biochemical parameters of great sturgeon (Huso huso) juveniles. **Comparative Clinical Pathology**. Irã, V. 20, Cap. 5, 447-451. 2011.
- 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.

- ALLES, M. S., HAUTVAST, J. G. A., NAGENGAST, F. M., HARTEMINK, R., VAN LAERE, K. M. J., & JANSEN, J. B. M. J. Fate of fructo - oligosaccharides in the human intestine. **British Journal of Nutrition**. V 76, 1996.
- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. Principles of **Sensory Evaluation of Food**. New York: Academic Press, 1965.
- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de Proteínas do Soro de Leite Bovino**. São Paulo: Manole Ltda., 2003
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993.
- ARAZI, S.; KILCAST, D. Sensory perception: the sweet science. **Food Processing**, p.21-22, April, 2001.
- BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do leite** 13. Ed. São Paulo: Nobel, 1999.
- BENEOTM. **Benefícios nutricionales de BENEOTM**. ORAFTI Active Food Ingredients, 2009.
- BERK, Z. **Braverman's introduction to the biochemistry of foods**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 1976.
- BISHAY, I. Neotame. In QUINLAN, M. **Sweetners**. Oxford: Blackwell, 2007. p 113 – 125

- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3 Ed. São Paulo: Varela, 2001.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.
- BOLINI-CARDELLO, H.M.A.; DA SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H. Measurement of the Relative Sweetness of Stevia Extract, Aspartame and Cyclamate/Saccharin Blend as Compared to Sucrose at Different Concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 54, n. 2, p. 119 – 130, 1999.
- BOLINI-CARDELLO, H.M.A.; DA SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H. Programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-intensidade - SCDTI". *Boletim da SBCTA*, v. 37 (Supl.), p. 54 – 60, 2003.
- BORGES, V.C. Oligossacarídeos x fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo, v.12, n.4, p.161-164, 1997.
- BORGOGNONE, M. G.; BUSSI, J.; HOUGH, G. Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix. **Food Quality and Preference**. v. 12, p. 323-326, 2001.
- BORNET, F.R.; BROUNSL, J.F.; TASHIRO, Y.; DUVILLIER, V. Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. **Digestive and Liver Disease**, s.1, v.21, p.111-120, 2002.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n.18, de 18 de março de 2008. Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em

alimentos, com seus respectivos limites máximos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2008. Disponível em:

<[http://www.anvisa.gov.br/DIVULGA/NOTICIAS/2008/RDC\\_18.pdf](http://www.anvisa.gov.br/DIVULGA/NOTICIAS/2008/RDC_18.pdf)> Acessado em: Novembro, 2009.

- BRASIL (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997**. Disponível em: <<http://elegis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=88>> Acessado em 10 de Nov de 2009.
- BRASIL (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Portaria nº266 de 22 de setembro de 2005**. Brasil, 2005. Disponível em: <[http://www.icadonline.com.br/ajuda/arquivos\\_4154/Federal%20-%20RDC%20266%20de%202005.pdf](http://www.icadonline.com.br/ajuda/arquivos_4154/Federal%20-%20RDC%20266%20de%202005.pdf)>. Acessado em 15 out. 2009.
- BRASIL (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Resolução nº 540 de 27 de outubro de 1997**. Brasil, 1999. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/540.htm>>. Acessado em 10 maio. 2011
- BRASIL (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Resolução nº 27 de 13 de janeiro de 1998**. Brasil, 1998. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/27\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/27_98.htm)>. Acessado em 10 out. 2012.
- BUBDINGTON, K. K., Jillian B. DONAHV, J. B. e BUBDINGTON, R. K. Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. **American Society for Nutritional Sciences**, 2002.

- BURGER, J. Sensory evaluation techniques – for chocolate with different types of cocoa butter products. **The Manufacturing Confectioner**. v. 72, n. 10, p. 56-60, 1992.
- BURTON-FREEMAN, B. Dietary fiber and energy regulation. **Journal of Nutrition**, 2000.
- CADENA, R. S.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**. V. 95, 2012.
- CADENA, R. S. **Sorvete sabor creme tradicional e “light”: perfil sensorial e instrumental**. 2008. 108. f. Dissertação de mestrado em Alimentos e Nutrição – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2008.
- CALIL, R.; AGUIAR, J. **Aditivos nos Alimentos**. São Paulo: R.M. Calil, 1999.
- CÂNDIDO, B. M. L.; CAMPOS, M. A. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela Ltda., 1996.
- CASTRO, A.G.P.; FRANCO, L.J. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v.46, n.3, p.280-287, 2002.
- CARABIN, I. G.; FLAMM, W.G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, New York, v.30, p.268-282, 1999.
- CARDELLO – BOLINI, H. M. A. **Caracterização sensorial de aspartame, ciclamato/ sacarina 2:1, e extrato de folhas de estévia (*Stévia rebaudiana Bertoni*): Equivalências**

**em Doçura, Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo – Intensidade.** 1996. 237. f. Dissertação de doutorado em Ciência dos Alimentos – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1996.

- BOLINI-CARDELLO, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P.; DAMASIO, M.H. Análise descritiva quantitativa de edulcorantes em diferentes concentrações. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p.318-328, 2000.
- CARDOSO, J. M. P. “**Análise de diferentes edulcorantes em néctar de pêssego: Determinação da doçura ideal, equivalências em doçura, análise de aceitação e determinação do perfil sensorial**” 2007. 162. f. Dissertação de mestrado em Alimentos e Nutrição – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2007.
- CARDOSO, J. M. P.; BATTOCHIO, J. R.; CARDELO, H. M. A. B. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de edulcorantes em função da temperatura de consumo em bebidas preparadas com chá mate em pó solúvel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 448-452, 2004.
- CARUSO, J. G. B.; OLIVEIRA, A. J. **Leite Obtenção e Qualidade do Produto Fluido e Derivados.** São Paulo: FEALQ, 1996. p 8.
- CARVALHO, C. C. **Apostila de Tecnologia de Leite e Derivados.** Sorvete. Faculdade de Tecnologia Termomecânica. São Bernardo do Campo, 2005.
- CAVENDER, A. G; KERR, L. W. Microfluidization of full-fat ice cream mixes: Effects of gum stabilizer choice on physical and Sensory changes. **Journal of Food Processing Engineering.** Athenas, 2011.

- CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial: Histórico e desenvolvimento**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1993, 31p.
- CLARK, C. C.; LAWLESS, H. T. Limiting response alternatives in time-intensity scaling: an examination of the halo-dumping effect. **Chemical Senses**. v. 19, n. 6, p. 583-594, 1994.
- CLARIANT. **Aditivos e Ingredientes para uma vida melhor**. Clariant International Ltda, 2009.
- Cornell University. **Ice Cream production**. New York, 2006 Disponível em <<http://www.milkfacts.info/Milk%20Processing/Ice%20Cream%20Production.htm#IChomo>> Acessado em 15 de Out de 2009.
- COSTA FILHO, P.A. **Algoritmo genético na seleção de variáveis em calibração multivariada de dados espectroscópicos**. 1998. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, São Paulo.
- COSTANZO, L. S. **Fisiologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- COULTATE, T.P. **Food: the chemistry of its components**. 3. ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1996.
- COUSSEMENT, P. A. A. Inulin and oligofructose: Safe intakes and legal status. **Journal of Nutrition**. V. 129, 1999.
- CROSBY, G. A. New sweeteners. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.15, p.297- 323, 1976.

- CUMMINGS, J. H., MACFARLANE, G, T e N ENGLYST, H. Digestion and prebiotics fermentation. **American Journal of Clinical Nutrition**, Vol. 73, No. 2, 2001.
- DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis Sensorial Descriptivo: Generación de Descriptores y Selección de Catadores. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**. v. 3, n. 2, p.165 – 178, 1991.
- DÍAZ, A. L. Ciclamato. In QUINLAN, M. **Sweetners**. Oxford: Blackwell, 2007. p 113 – 125
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial**. Curitiba: Editora Universitaria Champagnat, 1996. p13
- DUTCOSKY, S.D. Os receptores sensoriais: elementos de avaliação sensorial, 2009. **In: Análise sensorial de alimentos**. Champagnat. Cap. 2 . p. 30-31.
- DUGGAN, C., GANNON, J. e WALKER, W. A. Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract. **American Journal of Clinical Nutrition**, Vol. 75, No. 5, 2002.
- DOM BOSCO. Curso de química. Disponível em: < <http://www.slideshare.net/itqturma201/modelo-referencias-segundo-abnt>> Acessado em 10 jan. 2013.
- FALLON, A.; ROZIN, P. The psychological bases of food rejection by humans. **Ecology Food Nutrition**. v.13, p. 15–26. 1983.

- FENNEMA, O. R.. **Química de los alimentos**. 2ª Edición Zaragoza: Acribia, 2000. 1258 p.
- FERREIRA, V.F.; SILVA, F.C.; PERRONE, C.C. Sacarose no laboratório de química orgânica de graduação. **Química Nova**, v. 24, 2001.
- FREIBERG, C. K.; SÁ, N. G., FERREIRA, R. T. As Substâncias Alimentares. Alimentos Funcionais. In: GALISA, M. S.; ESPERANÇA, L. M. B.; BARIONI, A. A. R.; NUZZO L.; PERRONI, M. C. P.; BRANCO, M. F.; SOARES, V. C. **Nutrição Conceitos e Aplicações**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2008. p 11-18.
- FRIBERG, S. E.; LARSSON, K.; SJOBLOM, J. **Food Emulsion** 4 Ed. New York: Marcel Dekker, 1997.
- GIBSON, G. R., PROBERT, H. M., VAN LOO, J. RASTALL, R. A., ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Updating the concept of prebiotics. **Nutrition Research Reviews**. V 17, 2004
- GIGANTE, M. L. **Tecnologia de Produtos de Base Lipídica: Sorvete Defeito**.
- GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- HARRIS, M. I.; HADEN, W. C.; KNOWLER, W. C. & BENNETT, P. H. Prevalence of diabetes and impaired glucose tolerance and plasma glucose levels in US population aged 20-74 Yr. **Diabetes**, v.36, p.523-534, 1987.

- 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, dez., 2002.
- HAWTHORNE, K. M., & ABRAMS, S. A. Prebiotics and the absorption of minerals: a review of experimental and human data. In G. R. Gibson & M. B. Roberfroid (Eds.), **Handbook of prebiotics**. Boca Raton, 2008.
- HENRY GRAY, F.R.S. Os órgãos dos sentidos. **In: Anatomina**, 1988. 29 ed. Editora Guanabara Cap13, p.877-897.
- HIGGINBOTHAM, J. D. **Recent Developments in Non-nutritive Sweeteners**. In: GREMBY, T.H.; PARKER, K.J.; LINDLEY, M.G. *Developments in sweeteners-2*. London: Applied Science. Publ., 1983, p. 119 – 155.
- HOUGH, G.; WAKELING, I.; MUCCI, A.; CHAMBERS IV, E.; GALLARDO, I. M., ALVES, L. R. Number of Consumers Necessary for Sensory Acceptability Tests. **Food Quality and Preference**. v.17, n. 6, p. 522 – 526, 2006.
- HUDSON, R. From molecule to mind: the role of experience in shaping olfactoryfunction. **Journal Composition of Physiologique**. v. 185, p. 297–304.1999.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. POF 2008- 2009: desnutrição cai e peso das crianças brasileiras ultrapassa padrão internacional. **Disponível em:** <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1699&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1699&id_pagina=1)> **Acessado em 24 de out. 2012.**

- INMETRO. **Edulcorantes e suas características.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/adocantes.pdf>> Acessado em 15 de ago. 2011.
- IOSHII, S.H. **Avaliação da Ingestão Diária Potencial de Edulcorantes no Brasil.** 1992. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992. 131 p.
- INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES (ILCT) (EPAMIG/CT). **Fundamentos básicos da tecnologia de queijos.** Juiz de Fora: Epamig, 2002. [s.d.]
- JANA, A. H.; PRAJAPATI, J. P.; JOSHI, N. S. Bulking agents in low calorie frozen dairy desserts. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v.1, n. 47, p. 32 - 38, 1994.
- JENNER, M.R. Unnveiling its properties and applications. In: Gremby, T.H. **Progress in sweeteners.** New York: Elsevier Applied Science, 1989. p. 121-142.
- JONES, P. J.; JEW, S. Functional food development: Concept to reality. **Trends in Food Science and Technology**, v.18, Jul. 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224407000842>> Acesso: 10 ago. 2011.
- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Evaluation of Certain Food Additives. Twenty-fifth Meeting of JECFA. **WHO Food Additives Series**, n. 16, p. 27, 1981. Disponível em: <<http://jecfa.ilsa.org>>. Acesso em 21 mar. 2011.
- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Evaluation of Certain Food additives. Twenty-sixth Meeting of JECFA.

*WHO Food Additives Series*, n. 17, p. 66, 1982. Disponível em: < <http://jecfa.ilsa.org> >. Acesso em 21 mar. 2011.

- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Forty-first Meeting of JECFA. *WHO Food Additives Series*, n. 32, p. 105, 1993. Disponível em: < <http://jecfa.ilsa.org> >. Acesso em 21 mar. 2011.
- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Sixty-third Meeting of JECFA. *WHO Food Additives Series*, n. 54, p. 117, 2004 (in press). Disponível em: <<http://jecfa.ilsa.org> >. Acesso em 21 mar. 2011.
- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Terms. Thirty-eighth Meeting of JECFA. *WHO Technical Report Series*, n. 815, p. 61, 1991 a. Disponível em: < <http://jecfa.ilsa.org> >. Acesso em 21 mar. 2011.
- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Thirty-seventh Meeting of JECFA. *WHO Food Additives Series*, n. 28, p. 219, 1991b. Disponível em: < <http://jecfa.ilsa.org> >. Acesso em 21 mar. 2011.
- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Thirty-seventh Meeting of JECFA. *WHO Food Additives Series*, n. 28, p. 183, 1991c. Disponível em: < <http://jecfa.ilsa.org> >. Acesso em 21 mar. 2011.
- JUNIOR, W. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. **Química nova escola**. Nº 29, 2008.

- KALISCH, T.; KATTENSTROTH, J.-C.; KOWALEWSKI, R.; TEGENTHOFF, M.; DINSE, H. R. Cognitive and tactile factors affecting human haptic performance in later life. **PloS One**, v. 7, n. 1, p. e30420, jan 2012.
- KRUGER, M.; BROWN, K.; COLLET, G.; LAYTON, L.; CHOLLUM, L. The effect of fructooligosaccharides with various degrees of polymerization on calcium bioavailability in the growing rat. **Experimental Biology and Medicine**, Basel, v.228, n.6, p.683-688, 2003.
- KUHN, C.; BUFE, B.; WINNIG, M.; HOFMANN, T.; FRANK, O.; BEHRENS, M.; LEWTSCHENKO, T.; SLACK, J.P.; WARD, C.D.; MEYERHOF, W. Bitter taste receptors for saccharin and acesulfame-K. **The Journal of Neuroscience**, v. 24, p. 10260–5, 2004.
- LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food. Principles and Practices**. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999. 827p.
- LEE III, W. E. Single-point versus time-intensity sensory measurements: an information entropy analysis. **Journal of Sensory Studies**. v. 4, n. 1, p. 19-30, 1989.
- LEE, W.E.; PANGBORN, R.M. Time-intensity: the temporal aspects of sensory perception. **Food Technology**., v. 40, n. 1, p.71-82, 1986.
- LEITE, T. C. J.; PARK, K,J.; RAMALHO, R. P.; FURLAN, M.D. Caracterização reológica das diferentes fases de extrato de inulina de raízes de chicória, obtidas por abaixamento de temperatura. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, V. 24, N. 1, 2004. p 202 – 210.

- LIU, B. K., GRUN, I. U. Effect of Fat Level on the Perception of Five Flavor Chemicals in Ice Cream with or without Fat Mimetics by Using a Descriptive Test. **Journal of Food Science**. V. 72, N. 8, 2007.
- MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice Cream**. 6. ed. New York: Springer, 2003.
- MARCELLINI, P. S.; CHAINHO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Doçura ideal e análise de aceitação de suco de abacaxi concentrado reconstituído adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose. **Alimentos e Nutrição**. V. 16, N. 2, 2005.
- MACFARLANE, G. T., STEED, H., & MACFARLANE, S. Bacterial metabolism and health-related effects of galacto-oligosaccharides and other prebiotics. **Journal of Applied Microbiology**, 2007.
- MACFARLANE, S., MACFARLANE, G. T., & CUMMINGS, J. H. Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, 2006.
- MACFIE, H J.H. Assessment of the sensory properties of food. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, 129-148, 1989.
- MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: Boca Raton, 3ed., 387p., 2004.
- MELO, L.L.M.M.; BOLINI, H.M.A.; EFRAIM, P. Equisweet milk chocolates with intense sweeteners using time-intensity method. **Journal of Food Quality**, v. 30, p. 1056–1067, 2007.

- MELO, L. L. M. M.; **Perfil Sensorial como Ferramenta para o Desenvolvimento de Chocolates ao Leite *Diet* em sacarose e *Light* em calorias Contendo Substitutos da Sacarose e de Gordura**. 2008. 163. f. Tese de doutorado em Alimentos e Nutrição – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2008.
  - MESSERCHMIDT, I. **Análise quantitativa por espectroscopia no infravermelho médio empregando técnicas de reflectância e calibração multivariada**. 1999. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, São Paulo.
  - MEYER, S. Investigating Taste Interactions. *Fruit Processing*, v. 12, n. 5, p. 224 – 227, 2002.
  - MILLER, G.A. Sucralose. In: NABORS, L. B.; GELARDI, R. C. **Alternatives sweeteners**. Second edition, revised and expanded. New York: Marcel Dekker, 2ed., 1991, p.173-215.
- MINIM, V.P.R.; DELLA LUCIA, S.M.; CARNEIRO, J.D.S. Análise sensorial de alimentos. In: MINIM, V.P.R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 1ª ed, p.14-49, 2006.
- MINISTRY OF HEALTH, LABOUR AND WELFARE. Food for Specified Health Uses (FOSHU). Disponível em:< <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html>> Acesso: 23 ago.2011.
  - MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka: MINOLTA Co. Ltd., 1994. 49 p.

- MONTIJANO, H.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; BORREGO, F. Propriedades tecnológicas y regulación de los edulcorantes de alta intensidad em la Unión Europea. **Food Sci. Technol. Internacional.**, v. 4, 1998.
- MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods.** Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605 p.
- MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando Sorvetes com Qualidade.** São Paulo: Fonte Comunicações e Editora Ltda., 1999.
- NABORS, L. O. Sweet Choices: Sugar Replacements for Foods and Beverages. *FoodTechnology*, v. 56, n. 7, p. 28 – 35, 2002.
- NEWSOME, R. Sugar substitutes. In: ALTSCHUL, A.M. **Low calorie Foods Handbook.** New York: Marcel Dekker Inc.,1993. p.139-170.
- NOBLE, A. C.; MATYSIAK, N. L.; BONNANS, S. Factors affecting the time-intensity parameters of sweetness. *Food Technology*, v. 45, n. 11, p. 121-126, 1991.
- NOFRE, C.; TINTI, J.M. Neotame, Discovery, properties, utility. **Food Chemistry.** v. 69, p.245-257, 2000.
- OLESEN, M., GUDMAND-HØYER, E. Efficacy, safety, and tolerability of Fructooligosaccharides in the treatment of irritable bowel syndrome. **American Journal of Clinical Nutrition**, Vol. 72, No. 6, 2000.
- ORAFTI. **BENEOTM, porque lá fora é uma selva.** ORAFTI Active Food Ingredients, 2009.

- ORDÓÑEZ PEREDA, Juan A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal** Porto Alegre: Artmed, 2005. 279 p.
- PARK, K. J; ANTONIO, G. C. **ANÁLISES DE MATERIAIS BIOLÓGICOS.** Disponível em: <[http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise\\_matbiologico.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise_matbiologico.pdf)> Acesso em: 05 fev. 2010.
- PARPINELLO, G. P.; VERSARI, A.; CASTELLARI, M.; GALASSI, S. Stevioside as a Replacement of Sucrose in Peach Juice: Sensory Evaluation. **Journal of Sensory Studies**, v. 16, n. 5, p. 471 – 484, 2001.
- PORTER, J.; CRAVEN, B.; KHAN, R.; CHANG, S.J.; KANG, I.; JUDKEWITZ, B.; VOLPE, J.; SETTLES, G.; SOBEL, N. Mechanisms of scent tracking in humans. **Nature Neuroscience**. v. 10, p.27–29.2007.
- REID, G. at al. **New Scientific Paradigms for Probiotics and Prebiotics.** J Clin Gastroenterol, v. 2003. Disponível em: < [http://ovidsp.tx.ovid.com/sp-3.4.1b/ovidweb.cgi?WebLinkFrameset=1&S=APGIFPKGBHDDNLAANCBLEHJCJFMEAA00&returnUrl=ovidweb.cgi%3f%26Full%2bText%3dL%257cS.sh.15.16%257c0%257c00004836-200308000-00004%26S%3dAPGIFPKGBHDDNLAANCBLEHJCJFMEAA00&directlink=http%3a%2f%2fgraphics.tx.ovid.com%2fovftpdfs%2fFPDDNCJCEHAABH00%2ffs036%2fovft%2flive%2fgv019%2f00004836%2f00004836-200308000-00004.pdf&filename=New+Scientific+Paradigms+for+Probiotics+and+Prebiotics.&pdf\\_key=FPDDNCJCEHAABH00&pdf\\_index=/fs036/ovft/live/gv019/00004836/00004836-200308000-00004](http://ovidsp.tx.ovid.com/sp-3.4.1b/ovidweb.cgi?WebLinkFrameset=1&S=APGIFPKGBHDDNLAANCBLEHJCJFMEAA00&returnUrl=ovidweb.cgi%3f%26Full%2bText%3dL%257cS.sh.15.16%257c0%257c00004836-200308000-00004%26S%3dAPGIFPKGBHDDNLAANCBLEHJCJFMEAA00&directlink=http%3a%2f%2fgraphics.tx.ovid.com%2fovftpdfs%2fFPDDNCJCEHAABH00%2ffs036%2fovft%2flive%2fgv019%2f00004836%2f00004836-200308000-00004.pdf&filename=New+Scientific+Paradigms+for+Probiotics+and+Prebiotics.&pdf_key=FPDDNCJCEHAABH00&pdf_index=/fs036/ovft/live/gv019/00004836/00004836-200308000-00004)> Acesso: 10 ago. 2011.
- RENSIS, C.M.V.B.; SOUZA, P.F.F. Análise sensorial de iogurtes *light* elaborados com adição de fibras de inulina e oligofrutose. **FAZU em revista**. 2008 N 5 p 68-72.

- REUTTER, K. e WITT, M. Morphology of vertebrate taste organs and their nerve supply. In: Simom SA, Roper SD. Mechanisms of taste transduction. **Boca Raton**,: 29-82. 1993.
- FILHO, D, R. Apresentação. In: CREDIDIO, E. **Soja: A mãe dos funcionais**. São Paulo: Editora Ottoni, 2006. p 7.
- REIS, R. C.; MINIM, V. P.R.;BOLINI, H. M. A.; DIAS, B. R. P.; MINIM, L. A. e CERESINO, E. B. Sweetness equivalence of different sweeteners in Strawberry-flavored yogurt. **Jornaul of Food Quality**. V. 34, 2011.378 163..170
- ROBERFROID, M. B. Global view on functional foods: European perspectives. **British Journal of Nutrition**. 2002. Disponível em: < [http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN88\\_S2%2FS0007114502002222a.pdf&code=4ecf3d33bcec38d267d2aaa56a4c8e16](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN88_S2%2FS0007114502002222a.pdf&code=4ecf3d33bcec38d267d2aaa56a4c8e16)> Acesso: 10 ago. 2011.
- ROBERFROID, M.B. Functional food concept and its application to prebiotics. *Dig. Liver Dis*. Rome, v.34, 2002.
- ROBERFROID, M. B. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? **American Journal of Clinical Nutrition**, Vol. 73, No. 2, 2001
- ROBINSON, R. K. **Dairy processing handbook**. 2 Ed. Sweden: Tetra Pak. 2003
- ROLIM, P.M.; SALGADO, S.M.; PADILHA, V.M.; LIVERA, A.V.S.; GUERRA, N.B.; ANDRADE, S.A.C. Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.1, p.12-17, jan.-fev. 2010.

- SAAD, I, M, S. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. São Paulo V 42. N. 1, 2006*
- SALINAS, R. D. **Alimentos e Nutrição introdução a bromatologia**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- SANTOS, D. V.; REITER, E.R.; DINARDO, L. J.; COSTANZO, R.M. Hazardous events associated with impaired olfactory function. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg.** v. 130, p. 317–319. 2004.
- SCHIFFMAN, S. S. Intensification of sensory properties of foods for the elderly. **J. Nutr.** v. 130, 4S suppl., pp. 9275-9330S. 2000.
- SCHOLZ - AHRENS, K. E, Gertjan SCHAAFSMA, G., Ellen GHM van den HEUVEL, E. G. V. e SCHREZENMEIR, J. Prebiotics effects in the mineral metabolism. **American Journal of Clinical Nutrition.** Vol. 73, No. 2, 2001.
- SCHOR, N.; CUPPARI, L. **Guia de Nutrição: Nutrição clínica no adulto**. 2º ed. Barueri, São Paulo: Editora Manole, 2005.
- SEIFERT, S., & WATZL, B. **Prebiotics and the immune system: review of experimental and human data.** *IN.* GIBSON, G. R. & ROBERFROID, M. B., handbook of prebiotics, 2008
- SEO, H.S.; HUMMEL, T. Effects of olfactory dysfunction on sensory evaluation and preparation of foods. **Appetite**, v.53, p.314-321.2009.

- SPREER, E. **Milk and Dairy Product Technologo**. New York: Marcel Dekker, Inc, 1995.
- SOUZA, V. R.; PINHEIRO, C. A. M.; CARNEIRO, J. D. S.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R. e MENEZES, C. C. Analysis of various sweeteners in petit suisse cheese: determination of the ideal and equivalent sweetness. **Journal of Sensory Studies**. V. 26, 2011.
- STEVENSON, R. J. An initial evaluation of the function of human olfaction. **Chemical Senses**. v. 35, p. 3–20. 2010.
- STONE, H., BLEIBAUM, R.N., THOMAS, H.A. **Sensory Evaluation Practices**. New York: Academic Press. 4th. ed. 438p. 2012.
- STONE, H; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 3 ed. San Diego: Academic Press, 2004.
- STONE, H.; SIDEL, J., **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 338p, 1993.
- STONE, H.; OLIVER, S. M. Measurement of the Relative Sweetness of Selected Sweeteners and Sweetener Mixtures. **Journal of Food Science**, v. 34, n. 2, p. 215 – 222, 1969.
- STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technol.**, v.28, p. 24-341. 1974.

- SWANSON, K. S. *et al.*, Fructooligosaccharides and Lactobacillus acidophilus Modify Bowel Function and Protein Catabolites Excreted by Healthy Humans. **American Society for Nutritional Sciences, J. Nutr.** 2002
- TAPER, H. S., & ROBERFROID, M. B. **Prebiotics and cancer therapy.** IN G. R. GIBSON, G. R. & Roberfroid, M. B., Handbook of prebiotics, 2008.
- TORRES, Elizabeth A. F. S.. **ALIMENTOS DO MILÊNIO: A importância dos transgênicos, funcionais e fitoterápicos para saúde.** São Paulo: Editora Signus, 2002.
- TUOHY, K.M.; ROUZAUD, G.C.M.; BRUCK, W.M.; GIBSON, G.R. Modulation of the Human Gut Microflora Towards Improved Health Using Prebiotics. **Assessment of Efficacy Current Pharmaceutical Design**, v.11, p.75-90, 2005.
- UMBELINO, D. C. **Caracterização por Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade de Suco e de Polpa de Manga (*Mangifera indica L.*) Adoçados com Diferentes Edulcorantes.** 2005. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005, 190p.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Helena Maria Andre Bolini. **Time-Intensity Analysis of Flavors and Tates - TIAFT: software. Registro nº 12445-5,** 03 jan. 2012, 27 mar. 2012. Revista da Propriedade Industrial, p. 178. Rio de Janeiro, n. 2151, 27 mar. 2012
- UNIVERSITY OF GUELPH. **Ice Cream Manufacture.** Disponível em: <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icmanu.html>> Acessado em 10 de Out de 2009.

- USRDA (UNITED STATES RECOMMENDED DAILY ALLOWANCES) **Sugar and Sweetener Princes**. Disponível em: < <http://www.ers.usda.gov/data-products/sugar-and-sweeteners.aspx#25442>> Acessado em 10 de Jan de 2013.
- VEISSEYRE, R. **Lactologia técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche**. 2° ed. Zaragoza: Acribia, 1988. 629p.
- VICKERS, Z. Sensory Specific Satiety in Lemonade Using a Just Right Scale for Sweetness. *Journal of Sensory Studies*, v. 3, n. 1, p. 1 – 8, 1988.
- WALSTRA, P., JENNESS, R. **Química y física lactologica**. Zaragoza: Acribia, 1987.
- WILSON, R; et al. **Ingredients Handbook: Sweeteners**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.