



ALESSANDRA BUGATTE PALAZZO

**AVANÇOS NO ESTUDO DE EDULCORANTES EM CHOCOLATES
TIPO AO LEITE, *LIGHT* EM CALORIAS E ISENTOS DE
LACTOSE E SACAROSE: PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO,
TEMPO – INTENSIDADE MÚLTIPLO E VIDA ÚTIL**

***ADVANCES IN THE STUDY ON CHOCOLATE MILK
SWEETENERS, LIGHT OF CALORIES, FREE OF LACTOSE AND
SUCROSE: SENSORY DESCRIPTIVE PROFILE, MULTIPLE TIME -
INTENSITY AND SHELF-LIFE***

Campinas

2013



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

ALESSANDRA BUGATTE PALAZZO

**AVANÇOS NO ESTUDO DE EDULCORANTES EM CHOCOLATES TIPO AO
LEITE, *LIGHT* EM CALORIAS E ISENTOS DE LACTOSE E SACAROSE:
PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO, TEMPO – INTENSIDADE MÚLTIPLO E
VIDA ÚTIL**

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Helena Maria André Bolini

***ADVANCES IN THE STUDY ON CHOCOLATE MILK SWEETENERS, LIGHT
OF CALORIES, FREE OF LACTOSE AND SUCROSE: SENSORY DESCRIPTIVE
PROFILE, MULTIPLE TIME - INTENSITY AND SHELF-LIFE***

**Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Alimentos e Nutrição,
da Faculdade de Engenharia de Alimentos para obtenção
do título de doutora em Alimentos e Nutrição, na área de
Concentração de Consumo e Qualidade de Alimentos**

***Doctorate thesis presented to Food and Nutrition
Pos graduation Program of the School of Food Engineering to obtain
the Ph.D grade in Food and Nutrition,
in Concentration area of Food Intake and Quality***

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA ALESSANDRA
BUGATTE PALAZZO E ORIENTADA PELA
PROFA. DRA. HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI**

Assinatura do orientador

Campinas

2013

iii

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR CLAUDIA AP. ROMANO DE SOUZA
– CRB8/5816 - BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
– UNICAMP

P173a Palazzo, Alessandra Bugatte, 1981-
Avanços no estudo de edulcorantes em chocolates tipo ao
leite, light em calorias e isentos de lactose e sacarose: perfil
sensorial descritivo, tempo-intensidade múltiplo e vida útil /
Alessandra Bugatte Palazzo. -- Campinas, SP: [s.n.], 2013.

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

1. Análise descritiva quantitativa. 2. Aceitação. 3. Diet.
4. Vida-de-prateleira. 5. Neotame. I. Sucralose. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Advances in the study on chocolate milk sweeteners, light of
calories, free of lactose and sucrose: sensory descriptive profile, multiple time-
intensity and shel-life

Palavras-chave em inglês:

Descriptive quantitative analysis

Acceptance

Diet

Shelf life

Neotame

Área de concentração: Consumo e Qualidade de Alimentos

Titulação: Doutora em Alimentos e Nutrição

Banca examinadora:

Helena Maria André Bolini [Orientador]

Lauro Luís Martins Medeiros de Melo

Karina de Lemos Sampaio

Alessandra Lopes de Oliveira

Flávio Luis Schmidt

Data da defesa: 26-06-2013

Programa de Pós Graduação: Alimentos e Nutrição

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Helena Maria André Bolini

Orientadora

Prof. Dr. Lauro Luís Martins Medeiros de Melo

Membro Titular / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Flávio Luis Schmidt

Membro Titular / Universidade Estadual de Campinas

Prof^ª. Dr^ª. Alessandra Lopes de Oliveira

Membro Titular / Universidade de São Paulo

Dr^ª. Karina de Lemos Sampaio

Membro Titular / Universidade Estadual de Campinas

Prof^ª. Dr^ª. Priscilla Efraim

Membro Suplente / Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Marcelo Alexandre Prado

Membro Suplente / Universidade Estadual de Campinas

Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Carla Barbosa Trevizam Moraes

Membro Suplente / Universidade Metodista de Piracicaba

AGRADECIMENTOS

A professora e amiga Helena, que durante os anos de orientação incentivou meu crescimento profissional, autonomia e compartilhou conhecimentos sem fronteiras

A Priscilla Efraim pelo auxílio, ensinamentos e colaboração significativa neste trabalho

A Eliete Leite (Lia) pela amizade, dedicação e companheirismo

Maria Angélica Razzé pela amizade e cooperação

Maria Aparecida Osteti (Cidinha) pela colaboração e carinho

Alessandra Cazelatto pela ajuda e disponibilidade em vários momentos

A querida e fiel amiga Luciula Lemos que esteve sempre presente

Aos colegas Rafael Cadena e Aline Biasoto Marques pelo companheirismo durante os estudos e descontração nos momentos de incertezas

Ao Cereal Chocotec / Instituto de Tecnologia de Alimentos ITAL

Aos queridos e persistentes provadores da equipe sensorial

Esther Becerril e Ivan Mendez pela orientação durante a aprendizagem no software para análise sensorial

As empresas colaboradoras no trabalho com disponibilização de amostras de ingredientes e aditivos, Danisco, Tovani, Cargill, Olvebra e Sweetmix

Ao CECI/UNICAMP por acolher meus filhos, pelo carinho e atenção das professoras, em especial a prof^a. Márcia

Ao Prof. Dr. Eidiomar Angelucci pela compreensão e colaboração significativa durante a realização do trabalho

Aos meus queridos e sempre presentes pais, Iara e Antonio Carlos

A minha preferida e única irmã, Luciana

A minha segunda e querida mãe, Maria

Ao meu amigo, compreensivo e adorável marido, Frederico

Aos meus filhos, Felipe e Luísa, pelas noites em claro, preocupações, emoções e alegrias compartilhadas, que me fizeram acreditar a cada dia que esta conquista seria de todos nós!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aquisição alimentar de chocolates domiciliar anual/ <i>per capita</i> , por Grandes Regiões do Brasil entre 2008-2009 (IBGE, 2010).....	Pg. 17
Figura 2 - Produção, consumo aparente, exportação e importação sob todas as formas em volume (mil ton).....	18
Figura 3 - <i>Ranking</i> dos maiores produtores do mundo de chocolate entre 2007 e 2008 (ABICAB, 2009).....	19
Figura 4 - Relação entre déficit de peso, excesso de peso e obesidade, em intervalos de anos, para homens e mulheres adultos.....	26
Figura 1.1 Time-intensity curves for sweet taste stimulus of milk chocolate formulated with different sucralose concentrations (from 0.030 to 0.075%) and with sucrose (SUCRO) sweetener.....	68
Figura 1.2 Time-intensity curves for sweet taste stimulus of milk chocolate formulated with different rebaudioside concentrations (from 0.11 to 0.27%) and with sucrose (SUCRO) sweetener.....	70
Figura 1.3 Time-intensity curves for sweet taste stimulus of milk chocolate formulated with different neotame concentrations (from 0.002 to 0.005%) and with sucrose (SUCRO) sweetener.....	71
Figura 1.4 Time-intensity curves for sweet taste stimulus of milk chocolate formulated with different sweeteners (NEO, NEOTAME; REB, REBAUDIOSIDE; SUCRA, SUCRALOSE; SUCRO, SUCROSE).....	72
Figura 1.5 Principal component analysis (PCA) of milk chocolates by time-intensity curves for sweet taste stimulus (NEO, NEOTAME; STE, STEVIOSIDE; SUCRA, SUCRALOSE; SUCRO, SUCROSE).....	73
Figura 2.1 Fluxograma de processamento dos chocolates.....	89
Figura 2.2 Curvas tempo-intensidade características do estímulo doce para as oito amostras de chocolates.....	99
Figura 2.3 Curvas tempo-intensidade características do sabor de chocolate para as oito amostras de chocolates.....	100
Figura 2.4 Curvas tempo-intensidade características do estímulo amargo para as oito amostras de chocolates.....	100
Figura 2.5 Curvas tempo-intensidade características do derretimento na boca para as oito amostras de chocolates.....	101
Figura 2.6 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao gosto doce das amostras de chocolate tradicional e <i>diet</i>	103
Figura 2.7 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao sabor de chocolate das amostras de chocolate tradicional e <i>diet</i>	104

Figura 2.8 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao gosto amargo das amostras de chocolate tradicional e <i>diet</i>	106
Figura 2.9 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao derretimento das amostras de chocolate tradicional e <i>diet</i> na boca.....	107
Figura 2.10 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com sacarose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	108
Figura 2.11 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com sucralose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	108
Figura 2.12 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com rebaudiosídeo em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	109
Figura 2.13 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com neotame em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	110
Figura 2.14 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com sacarose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	111
Figura 2.15 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com sucralose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	111
Figura 2.16 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com rebaudiosídeo em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	112
Figura 2.17 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com neotame em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.....	112
Figura 3.1 Refinador de 3 cilindros utilizado para o refino da massa de chocolate para todas as formulações.....	112
Figura 3.2 Misturador planetário encamisado utilizado durante a conchagem da massa de chocolate para todas as formulações.....	128
Figura 3.3 Texturômetro utilizado durante as análises de textura para cálculo de força dos chocolates ao leite e de soja.....	128
Figura 3.4 Gráfico para seleção dos provedores utilizando análise seqüencial de Wald.....	132

Figura 3.5 Ilustração fotográfica das referências utilizadas no treinamento dos provadores na Análise Descritiva Quantitativa – atributos de aparência e aroma.....	144
Figura 3.6 Ilustração fotográfica das referências utilizadas no treinamento dos provadores na Análise Descritiva Quantitativa – atributos de sabor e textura.....	144
Figura 3.7 Gráfico aranha dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa dos chocolates ao leite e de soja com sacarose e <i>diet</i>	154
Figura 3.8 Gráfico aranha dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa dos chocolates ao leite com sacarose e <i>diet</i>	155
Figura 3.9 Gráfico aranha dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa dos chocolates de soja com sacarose e <i>diet</i>	156
Figura 3.10 Representação da Análise de Componentes Principais dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa para os chocolate ao leite e de soja com sacarose e <i>diet</i>	157
Figura 3.11 Mapa de Preferência Externo (Teste de aceitação n=113 e ADQ).....	161
Figura 3.12 Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos Quadrados Mínimos Parciais entre os chocolates ao leite e de soja em relação aos atributos da ADQ e impressão global do teste de aceitação.....	162
Figura 4.1 Mapa de Preferência Interno (Teste de aceitação n=113).....	185
Figura 4.2 Porcentagem de respostas dos consumidores em relação à intenção de compra dos chocolates ao leite e de soja com sacarose e <i>diet</i> , no tempo zero (n=113).....	192
Figura 4.3 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo sacarose.....	195
Figura 4.4 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo sucralose.....	195
Figura 4.5 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo rebaudiosídeo.....	196
Figura 4.6 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo neotame.....	196
Figura 4.7 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo sacarose.....	198
Figura 4.8 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo sucralose.....	198
Figura 4.9 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo rebaudiosídeo.....	199
Figura 4.10 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo neotame.....	199

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Consumo de produtos dietéticos por pacientes do Centro de Diabetes da UNIFESP/EPM. São Paulo, 1998-99.....	Pg. 32
Tabela 1.1 Recipes used in traditional and diet milk chocolates.....	64
Tabela 1.2 Sucralose chocolate parameters of TI curves.....	67
Tabela 1.3 Rebaudioside chocolate parameters of TI curves.....	69
Tabela 1.4 Neotame chocolate parameters of TI curves.....	70
Tabela 1.5 Diet milk chocolate with different sweetners (parameters of TI curves).....	71
Tabela 2.1 Ingredientes e suas porcentagens para formulação do chocolate em barra ao leite e com extrato de soja tradicional (com sacarose) e <i>diet</i> (contendo sucralose, rebaudiosídeo ou neotame).....	88
Tabela 2.2 Parâmetros relacionados às três etapas de conchagem dos chocolates durante o processamento das oito formulações avaliadas.....	95
Tabela 2.3 Parâmetros utilizados para cada estímulo avaliado pelos provadores durante a análise tempo-intensidade de chocolates do tipo ao leite tradicional e <i>diet</i>	96
Tabela 2.4 Definições e referências para os estímulos avaliados pelos provadores durante o teste tempo-intensidade.....	96
Tabela 2.5 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo gosto doce.....	97
Tabela 2.6 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo sabor de chocolate.....	98
Tabela 2.7 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo gosto amargo.....	98
Tabela 2.8 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo derretimento na boca.....	99
Tabela 2.9 Valor calórico dos chocolates ao leite tradicional e com edulcorantes (sucralose, rebaudiosídeo e neotame).....	113

Tabela 2.10 Valor calórico dos chocolates de soja tradicional e com edulcorantes (sucralose, rebaudiosídeo e neotame).....	114
Tabela 3.1 Ingredientes e suas porcentagens para formulação do chocolate em barra ao leite e com extrato de soja tradicional (com sacarose) e <i>diet</i> (contendo sucralose, rebaudiosídeo ou neotame).....	126
Tabela 3.2 Resultados das análises físicas dos chocolates.....	139
Tabela 3.3 Definições e referências para os atributos levantados pelos provadores na Análise Descritiva Quantitativa para chocolates tradicional e <i>diet</i> ...	142
Tabela 3.4 Valores de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ obtidos na análise de variância durante a etapa de seleção dos provadores.....	146
Tabela 3.5 Médias dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa para os chocolates.....	148
Tabela 3.6 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates com relação à impressão global (n=113 provadores).....	159
Tabela 4.1 Formulação dos chocolates em barra ao leite e com extrato de soja tradicionais (com sacarose) e <i>diet</i> (contendo sucralose, rebaudiosídeo ou neotame).....	176
Tabela 4.2 Pesquisa comparativa entre alguns chocolates atualmente comercializados na cidade de Campinas/SP.....	181
Tabela 4.3 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates no tempo zero (n = 113, F72:41M).....	193
Tabela 4.4 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 3 meses (n = 112, F70:42M).....	186
Tabela 4.5 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 6 meses (n = 124, F71:53M).....	187
Tabela 4.6 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 8 meses (n = 119, F79:40M).....	189
Tabela 4.7 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 10 meses (n = 113, F70:43M).....	189
Tabela 4.8 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 11 meses (n = 112, F73:39M).....	190

Tabela 4.9 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 12 meses (n = 120, F74:46M).....	191
Tabela 4.10 Médias de aceitação durante estocagem aos 0, 3, 6, 8, 10, 11 e 12 meses para os chocolates ao leite e 0, 3 e 6 meses para os chocolates de soja.....	193

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	5
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
1.1 Ingredientes do chocolate	10
1.1.1 Cacau	11
1.1.2 Açúcar.....	12
1.1.3 Leite.....	12
1.1.4 Aroma	12
1.1.5 Emulsificantes.....	13
1.2 Processamento do chocolate	15
1.2.1 Mistura e refino	15
1.2.2 Conchagem	15
1.2.3 Temperagem	16
1.2.4 Moldagem e resfriamento	16
1.3 Mercado dos segmentos de cacau e chocolate.....	17
1.4 Intolerância à lactose e alergia as proteínas lácteas	21
1.5 Produtos à base de soja.....	23
1.5.1 Extrato de soja.....	24
1.6 Edulcorantes	25
1.6.1 Sucralose.....	27
1.6.2 Rebaudiosídeo	28
1.6.3 Neotame	29
1.6.4 Eritritol	29
1.6.5 Polidextrose	30
1.7 Consolidação dos alimentos <i>diet e light</i>	31
1.8 Análise Sensorial.....	33
1.8.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	33
1.8.2 Análise Tempo Intensidade (TI)	34
1.8.3 Teste afetivo.....	35
1.9 Estudo de vida-de-prateleira	37
2 COMITÊ DE ÉTICA	39

3 OBJETIVOS.....	41
3.1 Objetivos Específicos.....	41
ARTIGO 1. Artigo publicado no Journal of Sensory Studies, 26, p.291-297, 2011.....	57
<i>THE DETERMINATION OF ISOSWEETNESS CONCENTRATIONS OF SUCRALOSE, REBAUDIOSIDE AND NEOTAME AS SUCROSE SUBSTITUTES IN NEW DIET CHOCOLATE FORMULATIONS USING THE TIME INTENSITY ANALYSIS.....</i>	57
ABSTRACT.....	59
<i>PRACTICAL APPLICATIONS.....</i>	59
INTRODUCTION.....	61
MATERIAL AND METHODS.....	63
RESULTS AND DISCUSSION.....	67
CONCLUSIONS.....	75
ACKNOWLEDGEMENT.....	75
REFERENCES.....	77
ARTIGO 2. Submetido ao Journal of Sensory Studies JOSS-OA-13-0061.....	81
<i>MULTIPLE TIME-INTENSITY ANALYSIS: SWEETNESS, BITTERNESS, CHOCOLATE FLAVOR AND MELTING RATE OF CHOCOLATE WITH SUCRALOSE, REBAUDIOSIDE AND NEOTAME.....</i>	81
ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE MÚLTIPLA: DOÇURA, AMARGOR, SABOR DE CHOCOLATE E ERRETIMENTO NA BOCA DE CHOCOLATES CONTENDO SUCRALOSE, REBAUDIOSÍDEO E NEOTAME.....	81
RESUMO.....	83
1 INTRODUÇÃO.....	85
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	87
2.1 Matéria-prima para formulação dos chocolates em barra.....	87
2.2 Processamento dos chocolates.....	89
2.3 Análise Sensorial.....	91
2.4 Análise Estatística.....	93
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95
4 CONCLUSÃO.....	115
REFERÊNCIAS.....	117
ARTIGO 3.....	119
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO E DETERMINAÇÕES INSTRUMENTAIS DE CHOCOLATES DE SOJA E AO LEITE UTILIZANDO DIFERENTES EDULCORANTES.....	119
RESUMO.....	121
1 INTRODUÇÃO.....	123
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	125
2.1 Matéria-prima para formulação dos chocolates em barra.....	125
2.2 Processamento dos chocolates.....	127
2.3 Determinações físico-químicas dos chocolates.....	131

2.4 Análise Sensorial.....	133
2.5 Análise Estatística para Determinação dos Atributos valorizados pelo Consumidor..	137
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	139
3.1 Análises instrumentais.....	139
3.2 Análise Descritiva Quantitativa	141
3.3 Análise de Aceitação	159
3.4 Correlações	161
4 CONCLUSÃO	163
REFERÊNCIAS	165
ARTIGO 4.....	169
ESTUDO DA VIDA ÚTIL DE CHOCOLATES DE SOJA E AO LEITE <i>DIET</i>	
CONTENDO DIFERENTES EDULCORANTES.....	169
RESUMO	171
1 INTRODUÇÃO	173
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	175
2.1 Matéria-prima para formulação dos chocolates em barra.....	175
2.2 Análise Sensorial.....	177
2.3 Estudo de vida-de-prateleira.....	179
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	181
CONCLUSÃO.....	201
REFERÊNCIAS	203
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	207
APÊNDICES	211
APÊNDICE A - Recrutamento de voluntários para as análises sensoriais	213
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	215
APÊNDICE C – Dados experimentais obtidos através da análise de viscosidade para os chocolates ao leite (LSA, LSU, LRE e LNE) e chocolates de soja (SSA, SSU, SRE e SNE)	219
APÊNDICE D – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação no tempo zero	223
APÊNDICE E – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 3 meses de produção dos chocolates.....	227
APÊNDICE F – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 6 meses de produção dos chocolates.....	231
APÊNDICE G – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 8 meses de produção dos chocolates.....	235
APÊNDICE H – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 11 meses de produção dos chocolates.....	239
APÊNDICE I – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 12 meses de produção dos chocolates.....	243

RESUMO GERAL

Mundialmente a exigência por dietas controladas tem crescido vertiginosamente. Entre elas, destacam-se alimentação com redução calórica, restrição de açúcares, gorduras e sódio, almejando a prevenção de doenças e tratamento de certas deficiências. Em função dessa demanda do mercado, aliada a políticas de incentivo ao avanço tecnológico, buscou-se um alimento que atendesse a essas necessidades. Nesse contexto, verificou-se também a expansão do mercado interno de chocolates, a qual destaca aumento de 14% no consumo de chocolates entre 2009 e 2010, fomentando competitividade e necessidade de inovação neste segmento. Diante disso, o presente projeto visou formular diferentes chocolates dietéticos isentos de lactose, produzidos à base de extrato proteico de soja, utilizando três distintos edulcorantes em substituição à sacarose. Além disso, os mesmos edulcorantes foram incorporados a massas de chocolates ao leite, garantindo dessa forma, um comparativo entre as amostras. Os edulcorantes analisados foram sucralose, rebaudiosídeo e neotame, juntamente com polidextrose e eritritol, como agentes de corpo e agregadores de doçura. As doçuras equivalentes foram determinadas através da análise tempo-intensidade para gosto doce. Visando a caracterização dos produtos formulados foram realizados dois testes sensoriais descritivos. Conduziu-se uma Análise Descritiva Quantitativa com equipe treinada composta de 11 provadores, os quais avaliaram 17 termos descritores durante sessões individuais de análise. No teste tempo-intensidade foram abordados os atributos considerados mais relevantes para análise de chocolate em função do tempo, como os gostos doce e amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca. Paralelamente a avaliação afetiva foi conduzida através de teste de aceitação com, no mínimo, 112 consumidores potenciais de chocolates. Os parâmetros relacionados ao processamento dos chocolates também foram controlados, como tamanho máximo de partículas durante o refino da massa e índice de temperagem. Após oito horas de conchagem e resfriamento controlado, os chocolates foram avaliados quanto à viscosidade e textura instrumental. Consolidando a caracterização do produto foi elaborado um estudo de vida útil durante o período de 12 meses, o qual os chocolates permanecerem armazenados em câmara à 23°C. Dessa forma, justifica-se o estudo voltado ao chocolate, produto este altamente comercializado e apreciado mundialmente por consumidores de diferentes faixas etárias.

Através da análise de tempo-intensidade para doçura equivalente, determinaram-se as concentrações dos edulcorantes, sendo 0,075% de sucralose, 0,0215% de rebaudiosídeo, 0,005% de neotame, 17% de polidextrose e 26% de eritritol. Durante a ADQ, os provadores descreveram todos os chocolates semelhantes em relação ao aroma de cacau e aroma de manteiga de cacau. Os resultados de aceitabilidade para os chocolates de soja apontaram aceitação pelos consumidores até 6 meses de estocagem. Ao contrário disso, os chocolates ao leite permaneceram com valores de aceitação entre 4,8 a 6,0 (considerando a escala de 9 pontos) no prazo final de 12 meses de estudo. A sucralose demonstrou semelhança sensorial em relação ao controle, visando à substituição integral da sacarose, evidenciada pela ADQ, tempo-intensidade múltipla e aceitação. Atributos como brilho e homogeneidade contribuíram positivamente na aceitação dos chocolates, verificada pela correlação dos Quadrados Mínimos Parciais entre os chocolates ao leite e de soja em relação aos atributos da ADQ e impressão global do teste de aceitação. Em contrapartida, tem-se aroma de manteiga de cacau como parâmetro que contribui de forma negativa à aceitabilidade pelos consumidores. A redução calórica calculada em torno de 28% em relação a todos os chocolates formulados reforçou a denominação *light/diet* destes alimentos destinados ao público em questão. Conclui-se assim, que indivíduos que apresentem alterações metabólicas como intolerância à lactose ou diabetes, além de alergias relacionadas às proteínas lácteas, podem ser beneficiados com essas opções de chocolates.

Palavras-chave: Análise Descritiva Quantitativa, aceitação, *diet*, vida-de-prateleira, neotame, sucralose

ABSTRACT

Worldwide the demand for controlled diets has grown dramatically. Among them, calorie reduction, restriction of sugar, reduction of fat and sodium, targeting disease prevention and treatment of certain deficiencies. According to this market demand, combined with politics to encourage technological advancement, we searched for a food that meets those needs. In this context the expansion of the internal market of chocolates, with 14% of increase in chocolate consumption between 2009 and 2010, together with competitiveness and requirements for segment's innovation. Therefore, the objective of this project is to formulate different diet lactose free chocolates, produced based on soy protein extract, using four different sweeteners to replace sucrose. Furthermore, the same sweeteners are incorporated in the milk chocolates mass, thereby ensuring a comparison between the samples. The sweeteners analyzed were sucralose, rebaudioside and neotame, and polydextrose and erythritol as bulk agents. The sweetness equivalent was determined by time-intensity analysis for sweet taste. Two descriptive sensory tests were conducted to characterize the formulated products. A Quantitative Descriptive Analysis was done with 11 trained panel, who rated 17 parameters during individual sessions to analyze and describe all the chocolates similar regarding the cocoa flavor and aroma of cocoa butter. The time-intensity analysis have been conducted with the most important attributes for chocolate analysis of time, such as tastes sweet and bitter, chocolate flavor and melting in the mouth. Both an affective evaluation was conducted through the acceptance test with at least 112 potential consumers of chocolates. The processing parameters of chocolates were also controlled, as medium particle size during the refining mass and index value of tempering. After eight hours of conching and controlled cooling, the chocolate were evaluated for viscosity and texture analysis. Complementing the characterization of the product, a study of shelf life was done during 12 months, which the chocolates were stored in the camera 23°C. The objective of this study was justified considering that chocolate are marketed and highly appreciated worldwide for consumers of different age groups. Through multiple time-intensity for sweet taste, sweeteners concentrations were determined, 0,075% to sucralose, 0,0215% to rebaudioside, 0,005% to neotame, 17% to polydextrose and 26% to erythritol. The results of acceptability for chocolate soy showed consumer

acceptance until six months of storage. In contrast, the milk chocolates remained with acceptance values between 4,8 to 6,0 (considering 9-point scale) on the deadline of 12 months of study. Sucralose showed similar sensory compared to control, aiming at the replacement of the sucrose, as evidenced by the QDA, multiple time-intensity and acceptance. Attributes as brightness and homogeneity have positively contributed for chocolate acceptance, realized in Partial Least Square between milk and soy chocolates, QDA attributes and global feeling to acceptance test. On the other hand, cocoa butter aroma as attribute that contributed with negative form to acceptance by consumers. The calculated caloric reduction of around 28% on all chocolates formulated claim the denomination light / diet of these foods to the public in question. Thus, individuals who have metabolic disorders such as lactose intolerance or diabetes, plus related allergies to milk proteins may benefit from these options of chocolate products

Keywords: Descriptive Quantitative Analysis; acceptance, diet, shelf-life, neotame, sucralose

INTRODUÇÃO GERAL

Diante do cenário econômico brasileiro, representado por uma taxa de 2,9% de crescimento na última década e competitividade entre os mercados mundiais, a inovação é vista como a exploração de novas ideias para melhorar os negócios ou como aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social, que pode resultar em novos produtos, processos ou serviços (ROSENTHAL, 2008).

Novas descobertas e mudanças nas necessidades do consumidor, em virtude de alteração de valores e crescentes demandas, impulsionam a busca por novos produtos, métodos e tecnologias para o processamento de alimentos, tornando a inovação uma prática constante. O desenvolvimento de novos produtos é recomendado como uma estratégia para conquistar a vantagem competitiva e o sucesso no mercado globalizado ao longo dos tempos. Dessa forma, conhecer o consumidor final torna-se essencial no processo de desenvolvimento e inovação (ROSENTHAL, 2008).

Pesquisas realizadas com diferentes produtos alimentícios mostram que o chocolate se destaca por apresentar alta aceitabilidade, sendo que seu consumo médio *per capita* por adolescentes e adultos ultrapassa o de alimentos concorrentes (alguns consumidos como sobremesas ou com aporte calórico como os preparados à base de açaí), entre eles, doces à base de frutas, cereais matinais, salada de frutas e açaí. Sua prevalência de consumo se destaca na região sul e sudeste do país, representando 74,91%. Além disso, o Brasil foi consolidado mundialmente como o 3º maior produtor de chocolates, realçado por um incremento de 14% na produção nacional entre 2009 e 2010. Mesmo assim, devido à alta demanda nacional, a importação ainda se faz necessária, enfatizada por um salto de 35% nos últimos anos (IBGE, 2010).

Em vista da crescente expansão no mercado de chocolates, torna-se necessário analisar seu público alvo, constituído não apenas por jovens e adultos, mas em grande proporção por crianças, independentemente do nível econômico ou social. Em contrapartida, depara-se com um expressivo aumento de peso dos brasileiros nos últimos anos, onde uma em cada três crianças, de 5 a 9 anos, apresentou peso acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Estes números foram ainda

maiores em relação aos homens adultos, nos quais o excesso de peso atingiu 50,1%, ultrapassando o valor de 48% referente às mulheres (IBGE, 2010).

Dados também comprovam que o consumo de produtos dietéticos aumentou consideravelmente na última década, pois estes alimentos desempenham um fator importante no plano alimentar, principalmente em pacientes com *diabetes melittus* (CASTRO; FRANCO, 2002).

Assim sendo, concretiza-se a viabilidade de desenvolver um produto com considerável tendência de crescimento como o chocolate, voltado ao público em geral, preocupado cada vez mais com aspectos nutricionais relacionados a uma alimentação saudável. Este público se encontra inserido em uma epidemia mundial de obesidade, cuja associação entre sabor e saudabilidade é primordial para a inovação no mercado. Essas tendências se originam no envelhecimento da população e dos avanços da ciência, que vinculam determinadas dietas a problemas metabólicos e doenças, exemplificadas pelo excesso de peso e obesidade nas populações de vários países, os quais estimulam o desenvolvimento de produtos destinados a dietas especiais, alimentos com redução ou eliminação de substâncias calóricas (SALLES *et al.*, 2012). Surge aí uma nova perspectiva, voltada a produtos com ingredientes alternativos que substituam tecnológica e sensorialmente os tradicionais, garantindo a redução calórica e o prazer do apetite.

Na última década foi realizado um estudo utilizando a técnica tempo-intensidade, com 11 provadores treinados, para avaliar a equivalência em doçura entre formulações de chocolate ao leite com substituição da sacarose por sucralose e esteviosídeo. A sucralose foi o edulcorante que mais se aproximou da percepção sensorial promovida pela amostra que continha sacarose (MELO *et al.*, 2007).

Em relação à formulação de chocolates isentos de lactose, destaca-se um trabalho com utilização de proteína isolada de soja, que revelou diferença significativa (5%) em relação ao sabor, textura, aparência e impressão global do produto substituído com mais que 25% do total de leite em pó (AKINWALE, 2000). Entretanto, a soja e seus derivados oferecem excelentes possibilidades para emprego no processamento de alimentos destinados ao consumo humano, por apresentar alto valor nutritivo e até mesmo custo reduzido, em relação ao leite bovino (MORAES *et al.*, 2009). Almejando inovar na área de chocolates *diet/light* seguindo as diretrizes da legislação vigente, incluiu-se no estudo a utilização de

novos edulcorantes permitidos em alimentos, como o neotame e o eritritol (BRASIL, 2008).

Como estratégia para a determinação da aceitabilidade e perfil descritivo dos chocolates, as técnicas de análise sensorial mais recentemente utilizadas foram adotadas. Assim, para a caracterização das amostras empregaram-se a Análise Descritiva Quantitativa e Tempo-intensidade com equipe treinada. Simultaneamente, aplicou-se o teste de aceitação com consumidores potenciais de chocolate, originando diferentes mapas de preferência ao longo dos 12 meses de estocagem.

Dessa forma, o estudo contribui com a necessidade de otimização do processamento e a busca por alternativas que possibilitem a associação entre edulcorantes e substitutos do leite, visando o desenvolvimento de novos chocolates *diet* à base de soja, garantindo assim o comprometimento da qualidade tecnológica e sensorial, bem como a manutenção da aceitabilidade por consumidores em potencial.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O chocolate não é apenas apreciado pelas suas propriedades sensoriais, mas também pelos benefícios potenciais à saúde. Análise mais profunda, baseada em pesquisas científicas, sugere que alguns chocolates podem ter o potencial de contribuir benéficamente para a saúde, quando consumidos com moderação. Entretanto, esta evidência promissora ainda não é conclusiva e deve-se ter cautela ao interpretar e representar devidamente esta informação (SCHMITZ, 2001).

Com o passar dos anos, o cacau foi reconhecido pelo seu teor de fitoquímicos, especialmente metilxantinas (teobromina e cafeína), substâncias com efeitos estimulantes (HAMMERSTONE *et al.*, 1999). Durante a última década, pesquisas têm demonstrado que as sementes de cacau *in natura*, alguns produtos de cacau e o chocolate são extraordinariamente ricos em flavonoides, antioxidantes conhecidos, pertencentes à classe de fitoquímicos chamados polifenóis (FREEDMAN *et al.*, 2001). Estes antioxidantes neutralizam os efeitos causados pelos radicais livres, diminuindo o risco de doenças e o processo de envelhecimento orgânico, além de possuírem funções cardioterápicas (ROSSI, 2010).

A quantidade de flavonoides nos produtos de cacau e no chocolate industrializado depende da colheita dos frutos, dos processos realizados em campo (fermentação e secagem) e das condições dos processos subsequentes usados pelos fabricantes de chocolate (DILLINGER *et al.*, 2000). Os flavonoides do chocolate são facilmente destruídos pelo calor e por inúmeras outras condições comuns ao processo de colheita do cacau e fabricação do chocolate, sendo assim, deve haver controle adequado pelo fabricante para preservar os teores naturalmente encontrados de flavonoides, garantindo que permaneçam significativos nos produtos finais (SCHMITZ, 2001).

Outro componente encontrado no cacau é a Teofilina, um potente estimulante cardiovascular e do sistema nervoso central, com propriedades diuréticas e relaxantes dos músculos bronquiais (KALVATCHEV *et al.*, 1998).

Em estudo sobre a ingestão de chocolates, Small *et al.* (2001) observaram que o córtex posterior foi a região do cérebro responsável pela ativação durante o consumo de chocolates e, ainda, que este processo é dependente da motivação dos consumidores, ou

seja, quando foram altamente motivados a ingeri-los houve melhor aceitação e, contrariamente, sua aceitação foi prejudicada na falta de incentivo.

O sabor do chocolate é parcialmente determinado por características químicas do produto. O sabor depende da liberação dos compostos aromáticos, enquanto que a textura é uma função da maneira como o material se funde e quebra na boca (RICHTER; LANNES, 2007).

O chocolate é um produto consumido mundialmente em larga escala, sendo que a preferência por determinado tipo varia conforme a região ou a história de cada país (FRYER; PINSCHOWER, 2000; RICHTER; LANNES, 2007).

O chocolate é conhecido por ser um produto rico em gordura e sacarose. Seu valor calórico pode ser diminuído baixando o teor de gordura. Entretanto, quando a concentração de gordura é menor que 27% de seu peso, o chocolate perde a sua suavidade e seu derretimento na boca fica prejudicado (NEBESNY; ZYZELEWICZ, 2005).

Em chocolates com adição de leite geralmente deve-se respeitar o limite máximo da adição de gordura láctea, determinado pelo efeito eutético. Este efeito é caracterizado quando dois ou mais tipos de gorduras se misturam, ocorrendo assim alterações nas propriedades de solidificação e textura. Isto implica que, se houver algum tipo de gordura diferente da manteiga de cacau no chocolate ou ocorrer a cristalização de forma inadequada, aparecerá na superfície um pó esbranquiçado (*fat bloom*), caracterizado por cristais de gordura (BECKETT, 2000).

1.1 Ingredientes do chocolate

Segundo a resolução RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005, define-se chocolates, do tipo ao leite, meio-amargo e amargo, como o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao* L.), massa (ou pasta ou licor) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25% de sólidos totais de cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2005a).

1.1.1 Cacau

A origem da classificação do cacau como *Theobroma cacao* está no seu significado em grego: alimento (*broma*) dos deuses (*theos*). Originário das regiões tropicais da América do Sul e Central, o cacauero era considerado uma árvore quase sagrada para os astecas. Aos frutos da árvore eles chamavam *cacahuatl* e à bebida que preparavam com seus frutos, *tchcolath*. A bebida passou a ser conhecida na Europa pelos espanhóis, que depois a difundiram pelo mundo também na forma de chocolate (BECKETT, 2000).

As etapas de pré-processamento do cacau são caracterizadas pela colheita, quebra dos frutos, fermentação e secagem dos grãos. Em seguida, têm-se as etapas de processamento, como a torração e a obtenção das matérias-primas utilizadas na industrialização de chocolates: licor de cacau e manteiga de cacau, além do cacau em pó usado majoritariamente em incorporação de bebidas (BECKETT, 2000).

Posteriormente à torração, as amêndoas de cacau são convertidas em *liquor* através de trituração, normalmente conduzida em uma série de moinhos. Segundo a legislação brasileira, o *liquor* de cacau (massa de cacau) é o produto obtido das amêndoas de cacau usando processo tecnológico seguro para a produção de alimentos (BRASIL, 2005).

Além disso, pode-se obter a manteiga de cacau através da prensagem das amêndoas de cacau, dos *nibs* ou do *liquor*, ocorrendo a remoção de parte do conteúdo de gordura (BECKETT, 1994). A extração da manteiga de cacau pode ser realizada por prensagem hidráulica ou através de solvente, dependendo de sua utilização, sendo seguida de tratamentos como refino, filtragem, centrifugação e desodorização. Possui importante função em conferir brilho, derretimento na boca e contribui fortemente para o sabor do mesmo (MEURSING, 1994).

O cacau em pó é obtido a partir da pasta de cacau, preparada com sementes oriundas da fermentação, secagem, torrefação, moagem e prensa, a qual ocorre a separação da manteiga de cacau (MEDEIROS; LANNES, 2010).

As características que promovem o sabor nos chocolates são muito variáveis e dependem de diferentes parâmetros, variando com os genótipos dos frutos de cacau, origem geográfica, etapas de fermentação e secagem, além das etapas de processamento (torração, alcalinização e conchagem) (AFOAKWA *et al.*, 2008).

1.1.2 Açúcar

A sacarose, um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e uma molécula de frutose, é responsável pelo gosto doce e atua como agente de corpo dos produtos. Muitos produtos de confeitaria utilizam as propriedades especiais de solubilidade e cristalização da sacarose, sozinha ou combinada com outros “açúcares”, tais como xarope de glicose (xarope de milho) e açúcar invertido (CHARLEY; WEAVER, 1998). Existem basicamente dois grupos de uso: (1) aqueles em que os açúcares estão totalmente em solução (caramelos macios e duros, *toffees* e geleias) e (2) aqueles em que os açúcares estão parcialmente em soluções e parcialmente na forma de cristais sólidos de açúcar (MINIFIE, 1983). Suas funções no chocolate são relativas ao gosto doce e agente de corpo, sendo utilizados na forma refinada (em processos de simples refino do chocolate) ou na forma cristal, quando se utiliza duplo refino.

1.1.3 Leite

Na maioria dos países a aquisição e o consumo de chocolate ao leite ultrapassa o consumo de chocolates amargo e branco juntos, principalmente por conter sabor mais suave e textura mais cremosa (BECKETT, 2000).

O leite em pó aumenta o valor nutritivo do alimento e influencia na viscosidade e na textura, contribuindo, também, para a diminuição da umidade e o aumento da vida-de-prateleira (CHARLEY; WEAVER, 1998). As principais funções do leite em pó no chocolate são: atribuição de sabor, promoção da reação de *Maillard* e enriquecimento nutricional.

1.1.4 Aroma

Os aromas têm por função intensificar o aroma dos alimentos, realçando essa característica para maior aceitação pelo consumidor, tornando-se ao máximo semelhante aos produtos naturais (HENRY, 2010).

O aroma de baunilha é comumente utilizado na produção de chocolates, visando conferir ou realçar o aroma e/ou sabor dos alimentos (JACKSON, 1994; RICHTER; LANNES, 2007). No caso de ser utilizado na forma sólida (em pó), deve ser adicionado antes da etapa de refino da massa de chocolate. Caso seja líquido, deve estar sempre na base lipídica e ser adicionado ao término da conchagem.

1.1.5 Emulsificantes

A combinação entre os emulsificantes lecitina de soja e PGPR (Poliglicerol Polirricinoleato de Glicerila) proporciona ao chocolate melhores características de escoamento, embora dependa das condições de processamento (CUNHA *et al.*, 2010). A adição de lecitina reduz fortemente a viscosidade das massas de chocolate e permite economizar até 8% na utilização de manteiga de cacau (VISSOTTO *et al.*, 2010).

O PGPR é obtido pela policondensação de ácidos graxos do óleo de mamona com poliglicerol, através da esterificação da mistura. É considerado um emulsificante eficiente na estabilização de emulsões de água em óleo e na produção de chocolates. Sua principal contribuição está da redução da viscosidade, melhorando as propriedades de moldagem do chocolate (WILSON; SMITH, 1998). Sua adição à massa provoca uma redução na tensão de escoamento além daquela fornecida pela lecitina, o que possibilita o manuseio do chocolate em temperaturas mais baixas e facilita a remoção de bolhas de ar durante sua moldagem (SCHANTZ; ROHM, 2005).

1.2 Processamento do chocolate

Seguem abaixo as etapas de processo para produção de chocolates industrialmente:

1.2.1 Mistura e refino

As etapas de mistura, refino e conchagem geralmente ocorrem em equipamentos separados na indústria de alimentos, sendo considerado um processo tradicional de fabricação de chocolates. (MELLER, 2010).

O objetivo da etapa de refino é reduzir o tamanho das partículas sólidas, visando que não sejam perceptíveis ao paladar do consumidor. O valor médio do tamanho das partículas deve permanecer entre 25 a 30 μ m (LUCISANO *et al.*, 2006). O método mais comumente utilizado para obtenção dessa massa é o refinador de rolos, sendo o açúcar incorporado tanto da forma granulada ou moída (BECKETT, 1994).

1.2.2 Conchagem

A conchagem é uma etapa do processamento utilizada no desenvolvimento de aroma e sabor do chocolate, através da remoção de componentes ácidos voláteis, remanescentes da mistura e refino. Envolve também a remoção da umidade, altera a coloração e viscosidade do produto, além da quebra de possíveis agregados de cristais de açúcar e de cacau com dimensões maiores (LIDON; SILVESTRE, 2007).

Durante esta fase são exercidas forças mecânicas cíclicas e de cisalhamento visando separar os aglomerados formados na trituração, cobrir as partículas individuais com gordura e dispersar a fase de manteiga de cacau por todo o chocolate. Sua função física consiste em dispersar, desumidificar, remover componentes voláteis e homogeneizar tendo em vista a melhora da viscosidade, fluidez e textura do chocolate (LEY, 1994).

1.2.3 Temperagem

Para assegurar uma correta e estável solidificação do chocolate, a etapa seguinte é a temperagem, caracterizada por um resfriamento controlado da massa de chocolate (FRYER; PINSCHOWER, 2000). Segundo Lidon e Silvestre (2007) a temperagem do chocolate promove a cristalização controlada e estável da manteiga de cacau, formando uma massa de cacau fluida e homogênea.

Trata-se de uma cristalização controlada necessária para induzir a forma mais estável da manteiga de cacau, que possui uma composição polimorfa. Geralmente a temperagem envolve a redução de temperatura do chocolate para induzir a cristalização das formas polimorfas estáveis e instáveis. Porém, a temperatura é subsequentemente elevada até o ponto onde as formas polimorfas instáveis fundem, garantindo apenas que a forma estável desenvolva a cristalização estável no chocolate (TALBOT, 2004).

1.2.4 Moldagem e resfriamento

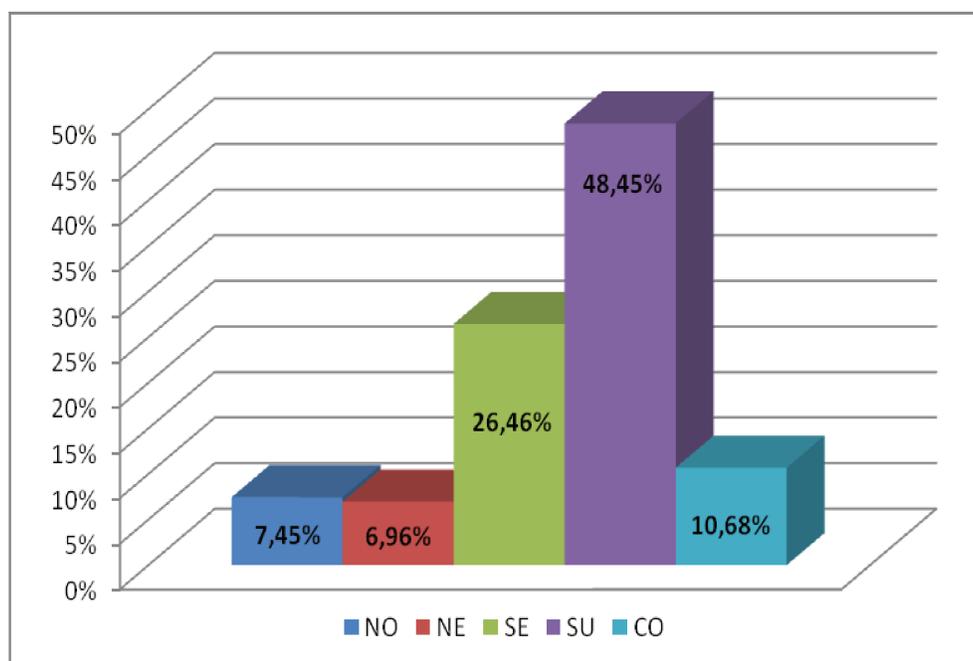
Depois da temperagem, o chocolate destinado à produção de barras é depositado em formas, passando em seguida por uma mesa ou esteira vibratória, a qual sua principal função é a remoção de bolhas de ar no produto e melhor preenchimento deste na cavidade. O resfriamento ocorre em túneis com temperaturas entre 8°C a 10°C, visando a formação de uma rede de cristais compacta e estável. Ao saírem do túnel de resfriamento as barras são desenformadas e os chocolates embalados para posterior armazenamento e comercialização (RICHTER; LANNES, 2007).

1.3 Mercado dos segmentos de cacau e chocolate

O cultivo de cacau no Brasil cresceu 15,5% nos últimos anos. Em 2008 a produção era de 202.030ton e passou para 233.348ton em 2010. Com 60 mil agricultores cultivando cacau, o país detém atualmente a maior taxa de incremento de consumo de chocolate *per capita* do mundo. Passou de 0,2kg/ano em 2002 para 1,3kg/ano *per capita* no ano passado (BRASIL, 2011).

Sobre o percentual de consumo pelos brasileiros fora do domicílio, em relação ao consumo total, segundo cada tipo de alimento, destacaram-se: cerveja (63,6%), salgadinhos industrializados (56,5%), salgados fritos e assados (53,2%), bebidas destiladas (44,7%), pizzas (42,6%), sanduíches (41,4%), refrigerantes *diet* ou *light* (40,1%), refrigerantes (39,9%), salada de frutas (38,8%) e chocolates (36,6%). O consumo fora do domicílio foi maior para os homens na maioria dos alimentos, exceto pão integral, biscoito doce, produtos *diet*, chocolates, sorvetes e salgadinhos industrializados (IBGE, 2010).

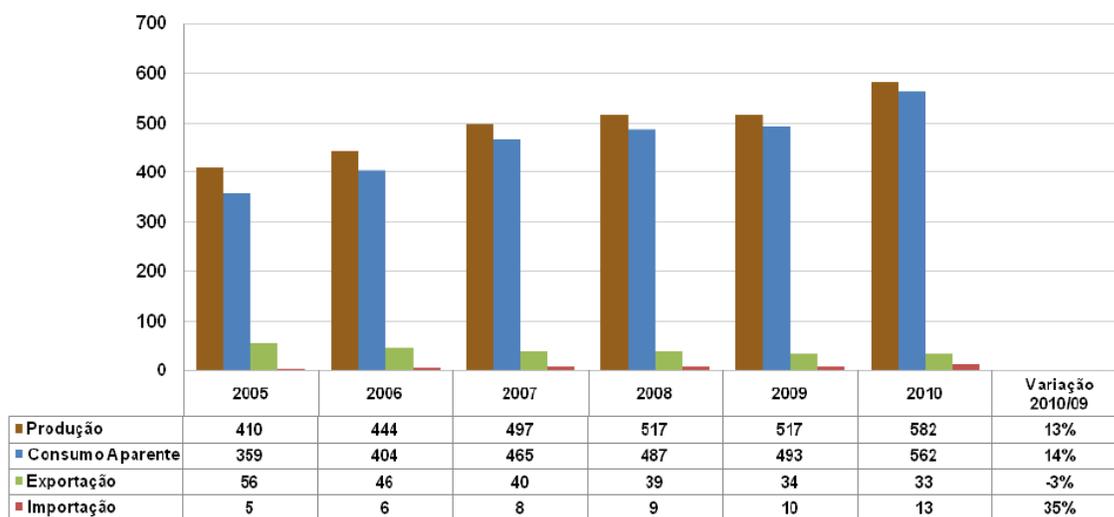
Figura 1 - Aquisição alimentar de chocolates domiciliar anual/*per capita*, por Grandes Regiões do Brasil entre 2008-2009 (IBGE, 2010).



Os valores de quantidade de chocolates em tabletes adquiridos por regiões através da Pesquisa de Orçamento Familiar entre 2008 e 2009 (IBGE, 2010) estão ilustrados na Figura 1. As regiões sul e sudeste correspondem juntas a 74,9% do total de consumo *per capita* dos brasileiros.

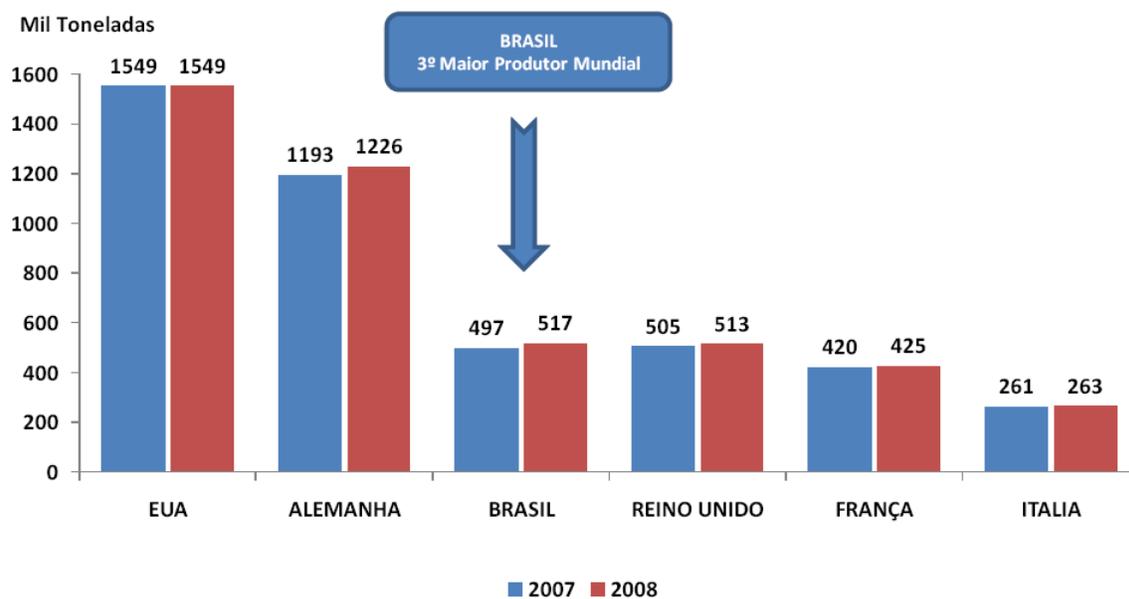
Dados da ABICAB (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA da INDÚSTRIA de CHOCOLATES, CACAU, AMENDOIM, BALAS e DERIVADOS) indicaram um crescimento de 13% na produção de chocolates no país entre 2009 e 2010 (Figura 2). Em relação ao consumo aparente esse acréscimo foi de 14%, correspondente a 562 mil toneladas (ABICAB, 2011).

Figura 2 - Produção, consumo aparente, exportação e importação sob todas as formas em volume (mil ton) (ABICAB, 2011)



Paralelamente o mercado externo se manteve aquecido neste segmento, caracterizado pelo Brasil como 3º maior produtor mundial de chocolates (Figura 3), totalizando 517 mil toneladas em 2008 (ABICAB, 2009).

Figura 3 - Ranking dos maiores produtores do mundo de chocolate entre 2007 e 2008 (ABICAB, 2009)



1.4 Intolerância à lactose e alergia as proteínas lácteas

A intolerância à lactose é uma inabilidade para metabolizar completamente a lactose, açúcar predominante do leite. A lactose é um dissacarídeo e sua absorção requer uma hidrólise prévia no intestino delgado por uma β -galactosidase, comumente chamada lactase. A deficiência de lactase conduz à má digestão da lactose e à consequente intolerância. A lactose não digerida, ao passar pelo cólon, é fermentada por bactérias, havendo produção de ácidos orgânicos de cadeia curta e gases. Isto resulta em cólicas, flatulência, dor e diarreia osmótica. Existem dois tipos de deficiência de lactase: a do tipo primária, que é uma condição permanente, sendo a forma congênita uma condição muito rara, enquanto a não persistência de lactase do tipo adulto é muito comum e afeta cerca de $\frac{3}{4}$ da população mundial. A deficiência secundária é, usualmente, condição temporária causada por dano à mucosa intestinal. Esses danos podem ser causados por diarreias infecciosas, desnutrição, alergia à proteína do leite, úlcera duodenal, fibrose cística, doença celíaca, colite ulcerativa, síndrome de cólon irritável, giardíase e uso prolongado de antibióticos (TÉO, 2002).

Havendo prejuízo à mucosa intestinal, dentre as enzimas da borda em escova, a lactase é afetada primeiramente. Além disso, após uma dessas ocorrências, a lactase é a enzima que mais demora a ter seus níveis restabelecidos (de 1 a 8 meses) (TÉO, 2002). Sendo que a borda em escova é caracterizada por inúmeras microvilosidades nas células do epitélio intestinal, que visam o aumento da superfície de absorção dos nutrientes (COTRAN *et al.*, 1999).

Na maioria dos mamíferos a atividade da enzima lactase diminui na parede intestinal após o desmame, caracterizando a hipolactasia primária que provoca sintomas de intolerância à lactose. A hipolactasia é determinada geneticamente, porém uma mutação ocorreu fazendo que parte da humanidade tolerasse o leite durante a idade adulta (MATTAR; MAZO, 2010).

Essa deficiência não deve ser confundida com a sensibilidade à proteína β -lactoglobulina (proteína mais alergênica do leite de vaca), à qual os indivíduos

desenvolvem reações alérgicas por meio da formação de anticorpos específicos (MIYAMOTO, 2008).

A incidência de intolerância à lactose mostrou-se crescente até a faixa etária de 31 a 40 anos, ocorrendo diminuição gradativa a partir dos 40 anos, evidenciando a capacidade da mucosa intestinal em adaptar-se a repetidas agressões e suportando melhor a contínua ingestão de lactose (PEREIRA; FURLAN, 2004). Segundo este estudo, 1088 indivíduos com distúrbios gastrointestinais foram classificados como intolerantes à lactose (44,11%), ou seja, não absorviam a lactose (quando o aumento da glicemia em qualquer dos períodos não ultrapassar 20%) e ainda, 18,29% como limítrofes, ou seja, mal absorvedores de lactose (quando o aumento variar entre 20 e 34%).

A melhor opção para a substituição do leite bovino no tratamento das alergias e da intolerância à lactose são os produtos à base de soja (CASÉ *et al.*, 2005; MIYAMOTO; AULER, 2008).

Diante dessa necessidade, conduziu-se uma análise sensorial de 10 diferentes produtos entre doces e salgados (cinco com leite bovino e cinco com extrato solúvel de soja). Entre os produtos doces foram avaliados mousse de chocolate, brigadeiro, bolo simples, doce parafinado e pudim caseiro. Os produtos foram avaliados por 30 consumidores através do uso de escala hedônica de 9 pontos quanto à impressão global e não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) (MIYAMOTO; AULER, 2008).

Pesquisadores realizaram um estudo sobre a aceitabilidade de 893 consumidores entre leite de vaca e bebida láctea à base de soja. O teste foi realizado com dois grupos de consumidores (para indivíduos lactose tolerantes e lactose intolerantes). Em ambos os grupos a aceitação foi maior para as amostras de leite de vaca, evidenciando a importância e a necessidade da análise sensorial na formulação de produtos para esse segmento de indivíduos (PALACIOS *et al.*, 2009).

1.5 Produtos à base de soja

A soja, além da importância econômica para o Brasil, apresenta características funcionais e nutricionais que fazem com que seus derivados sejam utilizados em diferentes produtos alimentícios. Os fatores antinutricionais que poderiam afetar a qualidade nutricional de produtos à base de proteínas de soja são parcial ou totalmente inativados pelo calor durante o processamento (MORAES *et al.*, 2009).

Diferentes trabalhos foram realizados utilizando o extrato hidrossolúvel de soja, em substituição ao leite bovino, com resultados sensoriais satisfatórios. No caso do estudo realizado com tofu de soja processada termicamente, as notas dos atributos de sabor, textura, aparência e cor apresentadas foram acima de cinco, em uma escala de nove pontos (CIABOTTI *et al.*, 2007). Similarmente para iogurtes enriquecidos com cálcio, as notas de aroma, cor, sabor e impressão global se mantiveram na região de aceitação (UMBELINO *et al.*, 2001). Já para formulações de leite de soja enriquecidas com cálcio os valores de impressão global foram superiores a seis, também considerando uma escala hedônica de nove pontos (CASÉ *et al.*, 2005).

O concentrado proteico de soja é o produto preparado a partir de grãos de soja, descascados com remoção da maior parte do óleo e dos componentes não-proteicos solúveis e que deve conter pelo menos 70% de proteína, em base seca (ZANGELMI *et al.*, 1982; RIAZ, 2006; MORAES *et al.*, 2009).

Rica em proteínas, a soja possui isoflavonas e outras substâncias capazes de atuar na prevenção de doenças crônico-degenerativas. Epidemiologistas focalizaram sua atenção na soja e em seus derivados, na alimentação humana em países orientais, devido às baixas taxas de: problemas cardiovasculares, sintomas decorrentes da menopausa, câncer de mama e de próstata e osteoporose, com alto consumo de fitoestrógenos (isoflavonas) da soja (FREITAS; MORETTI, 2006).

O interesse na utilização da soja na alimentação humana reside em suas características químicas e nutricionais que a qualificam como um alimento funcional, pois, além de sua função nutricional, possui substâncias que ajudam a diminuir o risco de certas doenças (ANDERSON *et al.*, 1995; HASLER, 1998; BEHRENS, 2002). Segundo Behrens

(2002), o consumo de soja e derivados ainda é baixo entre os consumidores, apesar de concordarem que a leguminosa é boa fonte de proteína, que o seu consumo ajuda na diminuição de gordura corporal e que é uma opção para indivíduos alérgicos ao leite. Os principais fatores limitantes ao consumo do extrato envolvem o sabor característico e a adstringência, uma vez que em termos de aparência e valor nutritivo é comparado ao do leite de vaca.

1.5.1 Extrato de soja

Segundo a legislação brasileira, o extrato de soja pode ser definido como produto obtido a partir da emulsão aquosa resultante da hidratação dos grãos de soja, seguido de processamento tecnológico adequado, adicionado ou não de ingredientes opcionais permitidos, podendo ser submetido à desidratação, total ou parcial (BRASIL, 1978). Assim, os alimentos formulados ou processados com soja levam a designação de alimento com soja ou alimento com extrato de soja (BRASIL, 2005b).

1.6 Edulcorantes

Os edulcorantes são “substâncias com gosto extremamente doce, não necessariamente açúcares ou polióis, embora possam contê-los como parte integrante de sua composição, não são necessariamente energéticos e com poder edulcorante superior ao da sacarose” (ANGELUCCI, 1989).

Cândido e Campos (1996) analisaram diversas definições sobre adoçantes e edulcorantes e fizeram uma classificação dos substitutos da sacarose em dois grupos: edulcorantes intensos (ou não nutritivos), que fornecem somente doçura acentuada, não desempenham nenhuma outra função tecnológica no produto final, pouco calóricos e utilizados em pequenas quantidades (como por exemplo, sacarina, ciclamato, acessulfame-K, entre outros) e os adoçantes de corpo, que fornecem energia e textura aos alimentos, geralmente contém o mesmo valor calórico do açúcar e são utilizados em quantidades maiores, como a glicose, frutose, entre outros.

Na verdade, os edulcorantes ou adoçantes podem ser classificados de formas diferenciadas, como calóricos e não-calóricos; naturais e artificiais; ou calóricos e naturais; calóricos e artificiais e não-calóricos e naturais ou não-calóricos e artificiais (VIGGIANO, 2003).

A tendência das indústrias que se preocupam em promover a saúde e prevenir doenças como a obesidade busca investir no desenvolvimento de tecnologias para produção de alimentos com baixas calorias e reduzido teor de gordura, mantendo suas qualidades nutricionais (FERNANDES *et al*, 2001).

Os edulcorantes são produtos comumente utilizados na alimentação de indivíduos diabéticos e obesos e indicados em substituição a sacarose, com a finalidade de, respectivamente, evitar a ocorrência de picos hiperglicêmicos e reduzir o teor calórico das dietas. Diferem quanto às suas propriedades químicas, poder adoçante e estabilidade na cocção e são seguros para uso em diabéticos (LOTTENBERG, 2008).

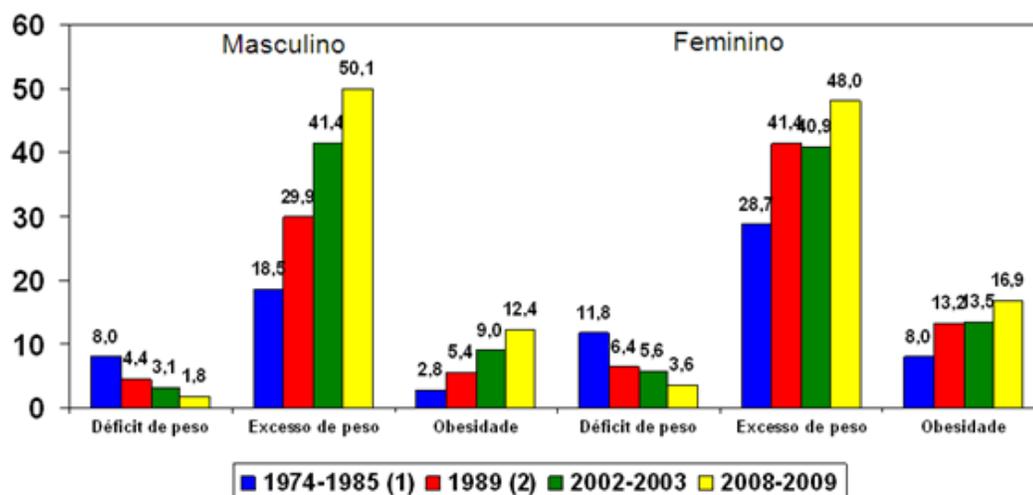
Um expressivo aumento de peso da população foi constatado no Brasil entre 2008 e 2009 por dados de antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos. A

parcela dos meninos e rapazes (10 a 19 anos) com excesso de peso passou de 3,7% (1974-75) para 21,7% (2008-09), enquanto para meninas e moças saltou de 7,6% para 19,4%.

A Figura 4 indica que similarmente ao aumento visualizado para os jovens, para homens adultos o excesso de peso foi de 18,5% para 50,1% e ultrapassou, em 2008-09, o das mulheres (28,7% para 48%). Nesse panorama, destaca-se a Região Sul (56,8% de homens, 51,6% de mulheres) com excesso de peso, que também apresentou os maiores percentuais de obesidade: 15,9% de homens e 19,6% de mulheres. O excesso de peso foi mais evidente nos homens com maior renda (61,8%) e variou pouco para as mulheres (45-49%) em todas as faixas de renda, segundo Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009, realizada pelo IBGE/Ministério da Saúde.

Excesso de peso e obesidade ocorrem a partir de 5 anos de idade em todos os grupos de renda e em todas as regiões brasileiras. O excesso de peso, por sua vez, atinge 21,5% dos adolescentes, oscilando entre 16% e 18% no Norte e no Nordeste e entre 20% e 27% no Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Nos dois sexos, a frequência é maior em áreas urbanas que em rurais, em particular no Norte e Nordeste. A obesidade verificada em um quarto dos casos de excesso de peso nos dois sexos teve distribuição geográfica semelhante (IBGE, 2010).

Figura 4 - Relação entre déficit de peso, excesso de peso e obesidade, em intervalos de anos, para homens e mulheres adultos (IBGE, 2010)



Os edulcorantes sucralose, glicosídeos de esteviol e neotame são permitidos para uso em alimentos e bebidas no Brasil, segundo a resolução RDC nº18, de 24/3/2008 (BRASIL, 2008).

A associação entre chocolates e alimentos saudáveis é uma tendência já documentada no setor de alimentos, o que beneficia o mercado destes produtos (AKINWALE, 2000). A categoria dos chocolates *diet* atende ao segmento de pessoas diabéticas, hipoglicêmicas e aquelas que desejam uma dieta mais saudável (GOMES *et al.*, 2007).

Os indivíduos que, por diversas razões, precisam substituir a sacarose por adoçantes não calóricos, procuram por produtos que sejam dotados de características sensoriais próximas às da sacarose (BOLINI *et al.*, 1999; CARDOSO *et al.*, 2004).

Os adoçantes permitidos para uso em alimentos e bebidas dietéticas são vários, mas cada um possui características específicas de intensidade e persistência do gosto doce, além da presença ou não de gosto residual. Esses fatores são determinantes na aceitação, preferência e escolha por parte dos consumidores (BOLINI *et al.*, 1999). Extensas pesquisas demonstraram a segurança em se utilizar os cinco adoçantes com baixo valor calórico aprovados nos Estados Unidos na última década: acessulfame-K, aspartame, neotame, sacarina e sucralose (KROGER *et al.*, 2006).

1.6.1 Sucralose

Obtida a partir da sacarose, a sucralose é aproximadamente 600 vezes mais doce que a sacarose e possui excepcional estabilidade térmica (GRICE; GOLDSMITH, 2000; RICHTER; LANNES, 2007; LIDON; SILVESTRE, 2007). Como não é reconhecida pelo organismo como carboidrato, não tem efeito na utilização de glicose, metabolismo de carboidratos, secreção de insulina ou absorção de glicose e frutose, ou seja, é uma substância segura para os diabéticos e com pessoas com problemas de obesidade, tratando-se de um edulcorante não calórico (CAMPOS, 2000).

Para Lidon e Silvestre (2007) sua utilização apresenta diversas vantagens comparadas a outros edulcorantes, como elevada solubilidade em água e alta estabilidade em grande número de alimentos.

O edulcorante apresentou resultados satisfatórios em substituição à sacarose em chocolates ao leite, não apresentando diferença significativa ($p > 0.05$) em nenhum dos quatro atributos referentes ao perfil tempo-intensidade para gosto doce e ideal de doçura (MELO *et al.*, 2007). Para os chocolates contendo esteviosídeo, apenas os atributos de tempo de ocorrência da intensidade máxima de gosto doce e tempo total do estímulo não diferiram significativamente do controle ($p > 0.05$).

Sucralose e esteviosídeo utilizados em substituição à sacarose em chocolate ao leite foram avaliados por Análise Descritiva Quantitativa, mostrando diferenças significativas ($p > 0.05$) entre os chocolates, principalmente no gosto doce, doçura residual, gosto amargo e amargor residual (MELO *et al.*, 2009).

1.6.2 Rebaudiosídeo

Nas folhas da planta conhecida como *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni (Asteraceae) ou simplesmente estévia, se encontram os glicosídeos adoçantes, entre eles o esteviosídeo, rebaudiosídeos e dulcosídeos (FERNANDES *et al.*, 2001). Suas vantagens se baseiam na não-caloricidade, ou seja, não são metabolizáveis ou fermentáveis pelo organismo, além de serem anticariogênicos, se mantendo estáveis em amplas faixas de pH e temperatura (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

Recentemente foi desenvolvida modificação no processo de obtenção do esteviosídeo, sendo extraída a fração de rebaudiosídeo, o qual possui menor amargor residual (HORN, 2009). Ambos têm uso permitido no Brasil e Japão (UMBELINO, 2005; BOLINI; FARIA, 2000).

Em chocolates, a análise por tempo-intensidade mostrou que os tempos, onde ocorreu a intensidade máxima e o tempo total de duração de gosto doce, foram semelhantes para as amostras com esteviosídeo e com sacarose ($p > 0.05$) (MELO *et al.*, 2007).

1.6.3 Neotame

Neotame é um derivado sintético de uma combinação entre o ácido aspártico e fenilalanina, os mesmos dois aminoácidos utilizados no aspartame, porém com uma ligação mais forte entre esses dois aminoácidos, acarretando maior estabilidade do composto. Seu poder edulcorante chega a oito mil vezes o valor correspondente à sacarose e não possui sabor residual (SCHARDT, 2004). Seu poder adoçante varia conforme a aplicação e condições de processamento do alimento, da mesma forma que os demais edulcorantes (WITT, 1999).

Em substituição à sacarose em catchup, o neotame não apresentou diferença significativa em termos de gosto residual amargo no teste de Análise Descritiva Quantitativa. Porém, no caso de gosto amargo, o mesmo protótipo (contendo 100% neotame) foi o que apresentou maior média, sendo estatisticamente diferente dos demais protótipos (25%, 50% e 75% de neotame). Quanto às características físico-químicas, as principais diferenças foram em relação a consistência, teor de sólidos e cor (BANNWART *et al.*, 2007).

1.6.4 Eritritol

O eritritol é um poliol encontrado em frutas, algas, cogumelos e em alguns alimentos fermentados, como vinho e cerveja. É derivado do monossacarídeo eritritose. É considerado adequado para ser ingerido por diabéticos. Não causa diarreia e flatulência como os demais polióis, a polidextrose e os frutooligosacarídeos, devido ao fato de ser rapidamente absorvido pelo intestino delgado. Quantidades que possam eventualmente alcançar o cólon são fermentadas com dificuldade pela microflora intestinal. Após ser absorvido, o eritritol não é metabolizado, sendo excretado inalterado através da urina (OS POLIOIS, 2008).

Considerado como um açúcar não calórico, o eritritol foi estudado em relação a sua eficácia por pesquisadores da Rússia em pacientes com diabetes tipo 2, com dietas hipocalóricas. A ingestão de 30g de eritritol dissolvidos em 300mL, por 30 pacientes, não provocou aumento do índice de glicose sanguínea, comparada ao controle com isomaltose

(SHARAFETDINOV *et al.*, 2002). Característico por apresentar-se na forma de pó branco e cristalino, sem odor, com 70% do poder edulcorante da sacarose, pouco solúvel em água e não-higroscópico, o eritritol é estável em altas temperaturas e em ampla faixa de pH. Sua utilização já foi estudada em gomas de mascar, chocolate e confeitos (ZUMBÉ *et al.*, 2001; URBANSKI, 2003). Segundo a legislação brasileira, considera-se 0,2kcal/g o fator de conversão para o cálculo do valor energético do poliol eritritol (BRASIL, 2010).

1.6.5 Polidextrose

A polidextrose é um polímero de moléculas de glicose unidas por ligações α -1,6, e para sua produção, são utilizados dextrose, sorbitol e ácido cítrico. Dentre os substitutos da sacarose poliméricos, a polidextrose confere corpo, textura e atribui características funcionais semelhantes às da sacarose. Possui alta higroscopicidade, apresenta-se na forma de pó e não confere sabor e odor aos alimentos, tornando-se necessário seu uso combinado com outros agentes de corpo ou edulcorantes que confirmam gosto doce (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996). A polidextrose é parcialmente fermentada no colo – cerca de 50% em seres humanos – e tem propriedades prebióticas e de formação de volume (MENDES, 2011).

A polidextrose é um polissacarídeo encontrado em diferentes barras de chocolates com baixo teor calórico, representado por 1kcal/g. Como se encontra no estado amorfo, reage com água gerando calor, provocando uma sensação de aquecimento quando se dissolve com a saliva dentro da boca e, em alguns casos, pode proporcionar percepção de secura na boca, dificultando a mastigação (BECKETT, 2000).

Entre os agentes de corpo estudados por Visotto *et al.* (2005) estão lactitol, polidextrose, isomalte e maltitol, utilizados como substitutos da sacarose em produtos de chocolate. Os parâmetros reológicos dos chocolates dietéticos demonstraram bom ajuste dos dados experimentais ao modelo de Casson, podendo ser representados através do limite de escoamento de Casson (τ_{ca}) e da viscosidade plástica de Casson (η_{ca}). De forma geral, a presença de maior porcentagem de polidextrose na formulação ocasionou amolecimento do produto e conseqüente diminuição da força necessária à quebra.

1.7 Consolidação dos alimentos *diet e light*

Na dieta alimentar, os carboidratos são os maiores componentes causadores de cárie dentária. Sacarose e glicose lideram esta lista e são facilmente convertidos pelas bactérias orais em subprodutos para as cáries, como por exemplo, polissacarídeos e ácido láctico. As bactérias *Streptococcus mutans*, *Actinomyces viscosus* e *S. sanguis*, juntamente com *S. salivarius* e *S. mutans*, causam cáries preferencialmente na presença de sacarose. Já os adoçantes naturais ou artificiais, interagem de modo completamente distinto perante as bactérias orais (GRENBY, 1987).

Dessa forma, os produtos *diet e light* não estão apenas relacionados a uma tendência na indústria alimentícia, mas sim de uma linha de produtos que há algum tempo vem conquistando espaço no mercado, principalmente o segmento dos chocolates (JARDIM; GARCIA, 2005).

Alimento *light*, segundo a Portaria SVS/MS nº27 (1998), deve apresentar uma diferença relativa mínima de 25% no valor energético ou no teor de nutrientes entre os alimentos comparados (BRASIL, 1998a). Já os alimentos *diet* são especialmente formulados e adequados à utilização em dietas, diferenciadas e/ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas (BRASIL, 1998b).

O chocolate foi eleito o quarto produto mais consumido por pacientes diabéticos, participantes da pesquisa realizada na Universidade Federal de São Paulo, segundo a Tabela 1. Dos 389 pacientes entrevistados nos anos de 1998/99, os chocolates representaram 15,9% de consumo. Relataram, também, que a prioridade na escolha pelo tipo de edulcorante utilizado estava na preferência pelo sabor e não por questões relacionadas ao *marketing* ou ao custo do produto (CASTRO; FRANCO, 2002).

Tabela 1 Consumo de produtos dietéticos por pacientes do Centro de Diabetes da UNIFESP/EPM. São Paulo, 1998-99

Produtos	Frequência	
	N°	% *
Refrigerantes	240	61,7
Gelatina	174	44,7
Pudim/flan	83	21,3
Chocolate	62	15,9
Balas/chicletes	69	17,7
Geléia	33	8,5
Outros	75	19,3

(Fonte: CASTRO; FRANCO, 2002)

1.8 Análise Sensorial

Segundo a ABNT (1993), a Análise Sensorial é a ciência científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações relacionadas aos alimentos e materiais, através dos órgãos dos sentidos.

Avaliar um produto sensorialmente faz parte do cotidiano do ser humano, que o fazem naturalmente desde crianças, quando aceitam ou rejeitam um alimento ou ainda quando preferem um produto em relação a outro (FERREIRA *et. al*, 2000).

1.8.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é uma metodologia que proporciona a descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes (STONE; SIDEL, 1993). Possui inúmeras aplicações, como o acompanhamento de produtos concorrentes, controle da qualidade de produtos industrializados e relação entre testes sensoriais e instrumentais.

Permite determinar o perfil sensorial dos produtos avaliados e, quando associada ao estudo afetivo de consumidor, permite tirar conclusões de extrema importância, como identificar quais são as características sensoriais, em que intensidades estão presentes, sendo nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores e ainda verificar em que produtos concorrentes diferem sensorialmente entre si. Desta forma, se desejável, é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou colocados em um produto para que possa superar seu concorrente (MEILGAARD *et al.*, 2004).

1.8.2 Análise Tempo Intensidade (TI)

Um teste sensorial que vem ganhando especial atenção ao longo do tempo é o denominado tempo-intensidade. Isto tem ocorrido, principalmente, porque com o rápido desenvolvimento da informática nos últimos anos, a coleta de dados se tornou facilitada (BOLINI *et al.*, 2003).

Este teste foi definido por Amerine *et al.* (1965) como a medida da velocidade, duração e intensidade percebida por um estímulo único e utilizado posteriormente por Larson-Powers e Pangborn (1978) em diferentes amostras adoçadas sinteticamente.

A percepção do sabor e da textura é um fenômeno dinâmico e não estático, sendo de grande importância a aplicação da análise tempo-intensidade como forma de avaliação de um alimento (MONTEIRO, 2002), que através da associação da percepção humana com recursos da informática permite obter informações sobre qualquer característica pré-estabelecida das amostras avaliadas, como por exemplo, velocidade, tempo de percepção e intensidade de estímulo (FARIA; BOLINI, 1999).

Segundo Bolini *et al.* (2003), o programa desenvolvido para a análise tempo-intensidade TIAFT (Time-Intensity Analysis of Flavors and Tastes) corresponde perfeitamente às expectativas na coleta de dados e obtenção de parâmetros das curvas do comportamento temporal da sacarose e dos edulcorantes estudados (BOLINI, 2011).

Este programa foi utilizado para avaliação do gosto amargo em cafés orgânicos, sendo que apenas uma marca se diferenciou significativamente das demais em relação aos seis atributos avaliados (SILVA *et al.*, 2004). Outro produto analisado por esse método temporal foi gelatina em pó sabor framboesa, de quatro diferentes marcas comerciais, entre elas amostras tradicionais e *diet* (PALAZZO; BOLINI, 2009).

Diferentes trabalhos foram realizados utilizando a técnica tempo-intensidade para diversos alimentos e bebidas, como o caso do estudo de doçura em cervejas (PIGGOTT *et al.*, 2004), da adstringência em cervejas (GOVAERTS *et al.*, 2006) e do gosto doce em *whisky* (PIGGOTT; *et al.*, 2000).

1.8.3 Teste afetivo

Os testes afetivos refletem o grau de preferência ou aceitação de indivíduos por determinado produto. Quando os dados da aceitação são analisados por técnicas estatísticas univariadas, assume-se que o critério de aceitabilidade dos consumidores seja homogêneo, o que implica que os valores obtidos desta forma podem não refletir a média real. Por esta razão a variabilidade individual dos dados deve também ser considerada e a estrutura dos dados analisada. Tais análises podem ser realizadas pelo método estatístico denominado Mapa de Preferência Interno. Nesse caso, os critérios avaliados são identificados como dimensões que ocupam posições ortogonais em uma representação gráfica. Assim, permitem que as amostras sejam representadas como pontos e os consumidores com critério principal de preferência, como vetores. Aliada à análise de variância e testes de médias, o Mapa de Preferência Interno pode complementar a análise de aceitação de um produto, explicando as preferências dos consumidores, que se tornam assim informações valiosas (BOLINI; FARIA, 2000).

A diferença entre os testes de aceitação e preferência estão nos objetivos de cada análise. Os testes de aceitabilidade visam avaliar o grau com que o consumidor gosta ou desgosta de um produto. Já os testes de preferência avaliam qual produto o consumidor prefere em comparação a outro (FERREIRA *et al*, 2000).

1.9 Estudo de vida-de-prateleira

Define-se a vida-de-prateleira como o tempo de conservação do alimento em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luz, entre outros parâmetros, sofrendo pequenas, mas bem estabelecidas alterações que são, até certo ponto, consideradas aceitáveis pelo consumidor, fabricante e legislação alimentar vigente (VITALI *et al.*, 2010).

Segundo a ASTM E2454-05 (2005), as mudanças que ocorrem nas características sensoriais de alimentos podem ser verificadas através de métodos sensoriais discriminativos, descritivos ou afetivos aplicados na análise de amostras do produto estocado por diferentes intervalos de tempos, até o período considerado limite máximo de interesse de estudo. O critério para determinar o tempo de vida-de-prateleira do produto pode ser a detecção, pela equipe treinada, de diferenças significativas de atributos considerados relevantes para assegurar a qualidade ou a redução da aceitabilidade deste produto pelo consumidor. Para a escolha da amostra controle considera-se o tipo de teste aplicado, ou seja, para testes do tipo afetivo ou descritivo a amostra controle é avaliada somente no tempo inicial e seus dados são reunidos com os resultados dos demais tempos para a avaliação estatística final.

Os tipos de estocagem podem ser reais, representados por uma condição na qual usualmente o produto estaria sujeito ao longo do canal de distribuição, podendo até mesmo sofrer variações de temperatura, umidade e pressão atmosférica. Também podem ser condições de estocagem críticas, representadas pela pior condição na qual o produto pode estar sujeito e por condições aceleradas, as quais se têm a intenção de provocar mudanças nas características do produto em menor período de tempo. Este último caso pode economizar tempo, no entanto, resultam em estimativas aproximadas de como o produto se comportaria, podendo em alguns casos resultar em reações que não ocorreriam naturalmente durante sua estocagem (ASTM E2454-05, 2005).

Alguns alimentos microbiologicamente estáveis, como o chocolate, por exemplo, devem ter sua vida-de-prateleira avaliada através de métodos sensoriais, porque em muitos casos as alterações sensoriais ocorrem antes mesmo das variações microbiológicas. Além disso, a qualidade do alimento estocado poderá ser inaceitável sensorialmente após

determinado período de tempo (MELO *et al.*, 2009). Ainda hoje, existem poucos estudos relacionados ao tempo de estocagem de chocolates, tanto tradicionais quanto *diet*.

2 COMITÊ DE ÉTICA

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa pela Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP sob nº 124/2010. O projeto não apresentou riscos ou prejuízos previsíveis para os seres humanos envolvidos. Os aspectos éticos desta pesquisa cumpriram todas as exigências da Resolução 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), resguardando o sigilo de identificação e fornecendo correta informação sobre os objetivos do estudo em geral. Garantiu ainda a liberdade do indivíduo em participar e/ou abandonar o estudo em qualquer fase do mesmo sem que isso lhe trouxesse qualquer prejuízo (BRASIL, 1996).

O recrutamento dos voluntários foi feito através de convites em cartazes dispostos em diferentes unidades da UNICAMP escolhidos aleatoriamente e posteriormente foi realizado um questionário para que os potenciais voluntários preenchessem e se interessassem do tema envolvido no projeto (Apêndice A). Além disso, os voluntários preencheram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), onde as informações referentes ao projeto e telefones de todos os pesquisadores e da Comissão de Ética da UNICAMP permaneceram à disposição dos indivíduos, para qualquer esclarecimento ou denúncia durante o processo de execução da pesquisa.

3 OBJETIVOS

O objetivo deste projeto foi formular chocolates em barra isentos de lactose, contendo os edulcorantes sucralose, rebaudiosídeo e neotame, além dos agentes de corpo eritritol e polidextrose, em substituição à sacarose, determinar o perfil sensorial descritivo, avaliação instrumental e estudo de vida útil por teste afetivo.

3.1 Objetivos Específicos

3.1.1 Desenvolver e caracterizar fisicamente quatro formulações de chocolates em barra ao leite: utilizando sacarose e outros três edulcorantes (sucralose, rebaudiosídeo e neotame) como adoçantes para esse produto, além dos agentes de corpo eritritol e polidextrose.

3.1.2 Determinar a doçura equivalente para cada edulcorante utilizado nos chocolates ao leite em relação à sacarose por análise tempo-intensidade.

3.1.3 Desenvolver e caracterizar fisicamente quatro formulações de chocolates em barra à base de extrato protéico de soja: utilizando sacarose e outros três edulcorantes (sucralose, rebaudiosídeo e neotame) como adoçantes para esse produto, além dos agentes de corpo eritritol e polidextrose.

3.1.4 Determinar a doçura equivalente para cada edulcorante utilizado nos chocolates à base de soja em relação à sacarose por análise tempo-intensidade.

3.1.5 Realizar a determinação do perfil sensorial descritivo dos chocolates através de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

3.1.6 Realizar a análise Tempo Intensidade Múltipla dos atributos de gosto doce, gosto amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca dos chocolates.

3.1.7 Estudar a vida útil dos chocolates junto a potenciais consumidores através de testes afetivos realizados ao longo de doze meses.

3.1.8 Correlacionar os resultados do teste afetivo com as características sensoriais e instrumentais obtidos e determinar os atributos sensoriais mais valorizados pelo consumidor.

3.1.9 Correlacionar os dados instrumentais com os resultados sensoriais obtidos.

3.1.10 Comparar os resultados de todos os testes entre as amostras formuladas com sacarose com as amostras contendo edulcorantes.

3.1.11 Avaliar a utilização do eritritol em conjunto com a polidextrose como agentes de corpo para os chocolates *diet*.

3.1.12 Determinar o valor nutricional teórico dos chocolates visando comprovar o desenvolvimento de um produto *light*.

REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E.O.; PATERSON, A.; FOWLER, M., RYAN, A. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.48, p.840-857, 2008.

AKINWALE, T.O. Development and organoleptic assessment of soya-fortified chocolate products. **European Food Research Technology**, v.211, p.269-271, 2000.

ANGELUCCI, E. **Legislação Brasileira sobre Edulcorantes**. In: Seminário Edulcorantes em Alimentos do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento. 1989. 97p.

ANDERSON, J.W.; JOHNSTONE, B.M.; COOK-NEWEL, M.E. Meta analysis of the effects of soy protein intake. **New England Journal of Medicine**, v.333, p.276-282, 1995.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965. 602p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, CACAU, AMENDOIM, BALAS e DERIVADOS. 2009. **Consumo aparente de chocolates entre 2001 e 2008**. Disponível em: <<http://abicab.org.br>>. Acesso em: 24 nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, CACAU, AMENDOIM, BALAS e DERIVADOS. 2011. **Produção, consumo aparente, exportação e importação sob todas as formas em volume**. Disponível em: <<http://abicab.org.br>>. Acesso em: 17 mar. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 12806. Análise sensorial dos alimentos e bebidas. Terminologia.** São Paulo, 1993.

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS STANDARD E2454, 2005. Standard guide for sensory evaluation methods to determine the sensory shelf life of consumer products, **ASTM International**: E2454-05. West Conshohocken. 9p. 2005.

BANNWART, G.C.M.C; BOLINI, H.M.A; TOLEDO, M.C.F; SIQUEIRA, P.B. Application of neotame in catchup: quantitative descriptive and physicochemical analysis. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.18, n.3, p.241-251, 2007.

BECKETT, S. T. **Fabricación y utilización industrial del chocolate.** Zaragoza: Acribia, 1994. p.276–277.

BECKETT, S.T. **La ciencia del chocolate.** Zaragoza: Acribia, 2000. 201p.

BEHRENS, J.H. **Aceitação, atitude e expectativa do consumidor em relação a uma nova bebida fermentada à base de extrato hidrossolúvel de soja.** 2002. 190p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2002.

BOLINI, H.M.A. Programa TIAFT – **Time-Intensity Analysis of Flavors and Tastes.** INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial. 2011.

BOLINI, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P. da; DAMÁSIO, M.H. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamatelsaccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.54 n.2, p.119-131, 1999.

BOLINI, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P. da; DAMÁSIO, M.H., LOBÃO, F. Programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-intensidade - SCDTI". **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia**, v.37, n.9, p.54-60, 2003.

BOLINI, H.M.A.B.; FARIA, J.B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.32-6, 2000.

BRASIL (a). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico para chocolates e produtos de cacau**. Resolução RDC nº264, de 22 de setembro de 2005.

_____. (b). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico para alimentos com soja**. Resolução RDC nº273, de 22 de setembro de 2005.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos**. Resolução RDC nº18, de 24 de março de 2008.

_____. (a). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos light**. Portaria SVS/MS nº27, de 13 de janeiro de 1998.

_____. (b). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos diet**. Portaria SVS/MS nº29, de 13 de janeiro de 1998.

_____. Ministério da Agricultura. Brasil é campeão mundial em consumo de chocolate. 2011. Publicado por **O Estado do Paraná**, 12 set. 2011. Disponível em: <<http://www.oestadodoparana.pron.com.br>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

_____. Ministério da Saúde. Conselho Nacional da Saúde. **Aspectos éticos das normas vigentes de pesquisa em seres humanos**. Resolução nº196, de 10 de outubro de 1996.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 14, de 28 de junho de 1978.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 48, de 05 de novembro de 2010.

CAMPOS, M.B. Sucralose: a revolução em adoçantes. **Food Ingredients**, n.5, p.18-21, mar/abr, 2000.

CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo, 1996. 423p.

CASÉ, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; MANTOVANI, D.; FELBERG, I. Produção de 'leite' de soja enriquecido com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.86-91, 2005.

CASTRO, A.G.P.; FRANCO, L.J. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.46, n.3, p.280-287, 2002.

CARDOSO, J.M.P.; BATTOCHIO, J.R.; BOLINI, H.M.A. 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.

CHARLEY, H.; WEAVER, C. **Milk. Foods: a scientific approach**. Upper Saddle River: Merrill Prentice Hall, p.308-323, 1998.

CIABOTTI, S.; BARCELOS, M.F.P.; PINHEIRO, A.C.M.; CLEMENTE, P.R.; LIMA, M.A.C. Características sensoriais e físicas de extratos de tofus de soja comum e processada termicamente e livre de lipoxigenase. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.643-648, 2007.

COTRAN, R.S.; KUMAR, V. COLLINS, T. **Pathologic basis of disease**. 6^a ed. W. B. Saunders Company: Pensylvania. 1425p.

CUNHA, K. M.; QUAST, L.B.; LUCCAS, V. Influência da adição de lecitina de soja e do poliglicerol poliricinolato nas propriedades reológicas do chocolate. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.28, n.2, p. 321-330, 2010.

DILLINGER, T. L.; BARRIGA, P.; ESCARCEGA, S.; JIMENEZ, M.; LOWE, D. S.; GRIVETTI, L. E. Food of the gods: cure for humanity? A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. **The Journal of Nutrition**, v.130, p.2057S-2072S, 2000.

FARIA, J. B.; BOLINI, H.M.A.B. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.33, n.1, p.27-34, 1999.

FERNANDES, L.M.; PEREIRA, N.C.; MENDES, E.S.; MOTTA LIMA, O.C.; COSTA, S.C. Clarificação do extrato aquoso de *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni utilizando o cacto, *Cereus peruvianus*. **Acta Scientiarum**, v.23, n.6, p.1369-1374, 2001.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: São Paulo, 2000. 127p.

FREEDMAN, J. E.; PARKER, C.; LIQING, L.; PERLMAN, J. A.; FREI, B.; IVANOV, V.; DEAK, L. R.; IAFRATI, M. D.; FOLTS, J. D. Select flavonoids and whole juice from purple grapes inhibit platelet. **Circulation Hagerstown**, v.103, p.2792-2798, 2001.

FREITAS, D.G.C.; MORETTI, R.H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.318-324, 2006.

FRYER, P.; PINSCHOWER, K. The materials science of chocolate. **Materials Research Society Bulletin**, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.mrs.org/publications/bulletin>>. Acesso em: 16 out. 2009.

GOMES, C.R.; VISSOTTO, F.Z.; FADINI, A.L.; FARIA, E.V. e LUIZ, A.M. Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates *diet* em sacarose e *light* em calorias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.614-623, 2007.

GOVAERTS, B.; FRANÇOIS, N.; GUYOT-DECLERCK, C.; HUG, B.; CALLEMIEN, D.; COLLIN, S. Beer astringency assessed by time-intensity and quantitative descriptive analysis: influence of pH and accelerated aging. **Food Quality and Preference**, v.17, p.445-452, 2006.

GRICE, H. C.; GOLDSMITH, L. A. Sucralose an overview of the toxicity data. **Food and Chemical Toxicology**, v.38, suppl.2, p.S1-S6, 2000.

GRENBY, T.H. Developments in Sweeteners. **Applied Science Publ.**, v.3, p.151-153, 1987.

HAMMERSTONE, J.F.; LAZARUS, S.A.; MITCHELL, A.E.; RUCKER, R.; SCHMITZ, H.H. Identification of Procyanidins in Cocoa (*Theobroma cacao*) and Chocolate Using High-Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.2, p.490-496, 1999.

HASLER, C.M. Functional foods: their role in disease prevention and health promotion. **Food Technology**, v.52, n.11, p.63-70, 1998.

HENRY, F.C. Aditivos e suas funções nos alimentos. **Higiene Alimentar**, v.24, n.183, p.24-31, 2010.

HORN, G. Harmonizing sweetness and taste. **Food Technology**, v.12, n.9, p.20-29, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Orçamentos Familiares, 2008-2009. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. 2010.

JACKSON, K. In: BECKETT, S.T. **Industrial chocolate manufacture and use**. London: Black Academic & Professional, 1994, p.258-280.

JARDIM, D.C.P.; GARCIA, A.E.B. **Atratividade de Mercado para exportação de chocolates, balas e confeitos: uma abordagem tecnológica**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2005. 221p.

KALVATCHEV, Z.; GARZARO, D.; CEDEZO, F.G. *Theobroma Cacao L.*: un nuevo enfoque para nutrición y salud. **Agroalimentaria**, n.6, p.23-25 1998.

KEEN, C.L. Chocolate: Food as Medicine/Medicine as Food. **Journal of the American College of Nutrition**, v.20, n.5, p.436S-439S, 2001.

KROGER, M.; MEISTER, K. e KAVA, R. Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v.5, n.2, p.35-47, 2006.

LARSON-POWERS, M.; PANGBORN, R. M. Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. **Journal of Food Science**, v.43, p.41-46, 1978.

LEY, D. Conching. In: BECKETT, S.T. (Org). **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. London: Black Academic & Professional, 1994, p.117-138.

LIDON, F.; SILVESTRE, M.M. **Indústrias alimentares – aditivos e tecnologia**. Editora Escolar. 359p. 2007.

LOTTENBERG, A. M. P. Características da dieta nas diferentes fases da evolução do diabetes melito tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.52, n.2, p.250-259, 2008.

LUCISANO, M. CASIRAGHI, E. MARIOTTI, M. Influence of formulation and processing variables on Ball Mill refining of Milk chocolate. **European Food Research Technology**, v.223, n.6, p.797-802, 2006.

MATTAR, R; MAZO, D.F.C. Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n.2, p.230-236, 2010.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Propriedades físicas de substitutos do cacau. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, supl. 1, p. 243-253, 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. 2004. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press: Boca Raton.

MELLER: machines and solutions. **Processamento de cacau e chocolate**. 2010. Disponível em: <<http://www.meller.com.br/novo/processo-chocolate.asp>>. Acesso em 22 out 2011.

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.1956-1067, 2007.

_____. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. **Food Quality and Preference**, v.20, p.138-143, 2009.

MENDES, A.R. **Implementação e validação de uma metodologia para análise de fibra alimentar**. 2011. 80p. Dissertação (Mestrado em Química Forense). Departamento de Química, Coimbra, Portugal, 2011.

MEURSING, E. H. Cocoa mass, cocoa butter, cocoa powder. In: BECKETT, S.T. (Org.). **Industrial Chocolate Manufacturing Confectioner and Use**. London: Black Academic & Professional p.70-82, 1994.

MINIFIE, B. W. **Chocolate, cocoa and confectionery: science and technology**. 2.ed. Westport: AVI, 1983. 735p.

MIYAMOTO, A.B; AULER, F. Análise da preferência de preparações com derivados de soja e leite de vaca, na cidade de Maringá/PR. **Ciência, cuidado e saúde**, v.7, n.1, p.18-25, 2008.

MONTEIRO, M.A.M. **Caracterização da bebida de café (*Coffea arábica L.*): Análise Descritiva Quantitativa, Análise Tempo-Intensidade e Testes Afetivos**. 2002. 158p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2002.

MORAES, C.S.; PASTORE, G.M.; SATO, H.H.; PARK, Y.K. **Isoflavonas de soja e suas atividades biológicas**. São Paulo: Varela, 2009.

NEBESNY, E.; ZYZELEWICZ, D. Effect of lecithin concentration on properties of sucrose-free chocolate masses sweetened with isomalt. **European Food Research Technology**, v.220, p.131-135, 2005.

OS POLIOIS. **Aditivos e Ingredientes**, p.35-48, n.58, set-out, 2008. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/81.pdf>. Acesso em 21 jan 2013.

PALACIOS, O.M.; BADRAN, J.; ANNE DRAKE, M.; REISNER, M.; MOSKOWITZ, H.R. Consumer acceptance of cow's milk versus soy beverages: impact of ethnicity, lactose tolerance and sensory preference segmentation. **Journal of Sensory Studies**, v.24, p.731-748, 2009.

PALAZZO, A.B.; BOLINI, H.M.A. 2009. Multiple time-intensity analysis and acceptance of raspberry-flavored gelatin. **Journal of Sensory Studies**, v.24, p.648-663, 2009.

PEREIRA, D.F.; FURLAN, S.A. Prevalência de intolerância à lactose em função da faixa etária e do sexo: experiência do Laboratório Dona Francisca, Joinville/SC. **Health and Environment Journal**, v.5, n.1, 2004.

PIGGOTT, J.R.; TECHAKRIENGKRAI, I.; PATERSON, A. Time intensity parameters of sweetness perceptions in larger beers. **Journal of the Institute of Brewing**, v.110, n.4, p.352-359, 2004.

PIGGOTT, J. R.; HUNTER, E.A.; MARGOMENOU, L. Comparison of methods of analysis of time-intensity data: application to Scotch malt whisky. **Food Chemistry**, v.71, p.319-326, 2000.

RIAZ, M.N. **Soy applications in food**. CRC Press, Florida. 288p. 2006.

RICHTER, M.; LANNES, S.C.S. Ingredientes usados na indústria de chocolates. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.43, n.3, p.357-369, 2007.

ROSENTHAL, A. **Tecnologia de alimentos e inovação: tendências e perspectivas**. Editor técnico, EMBRAPA Informação Tecnológica, 2008. 193p.

ROSSI, R. Chocolate: muito consumido na Páscoa, mas desejado todo o ano. **Higiene alimentar**, v.24, n.183, p.24-31, 2010.

SALLES, M. S. V.; JUNIOR, L. C. R.; SALLES, F. A. Estudos de tendência para a alimentação até 2020. **Pesquisa e Tecnologia**, v.9, n.1, 2012.

SCHARDT, D. Sweet nothings, not all sweeteners are equal. **Nutrition Action Healthletter**, maio, p. 8-11, 2004.

SCHANTZ, B. ROHM, H. Influence of lecithin – PGPR blends on the rheological properties of chocolate. **Technologie**, n.38, p.41-45, 2005.

SCHMITZ, H. H. Chocolate, flavonoids and heart health. **The Manufacturing Confectioner**, v.81, n.9, p.95-99, 2001.

SHARAFETDINOV, K.K; GAPPAROV, M.M.; PLOTNIKOVA, O.A.; MESHCHERIAKOVA, V.A. Use of a new sugar substitute, erithritol, in the diet therapy of type 2 diabetes patients. **Voprosy Pitaniia**, v.71, n.3, p.19-23, 2002.

SILVA, A. F.; MONTEIRO, M.A.M.; MINIM, V.P.R.; CHAVES, J.B.P.; CARDELLO, H.M.A.B. Avaliação do gosto amargo da bebida de café orgânico por meio da análise tempo-intensidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.468-472, 2004.

SMALL, D.M.; ZATORRE, R.J.; DAGHER, A.; EVANS, A.C.; JONES-GOTMAN, M. Changes in brain activity related to eating chocolate – from pleasure to aversion. **Brain**, v.124, p.1720-1733, 2001.

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

TALBOT, G. Chocolate temper. In: BECKETT, S. T. (Org). **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. London: Black Academic & Professional, 1994. P. 156-166.

TÉO, C.R.P.A. Intolerância à lactose: uma breve revisão para o cuidado nutricional. **Arquivos de Ciências da Saúde Unipar**, v.6, n.3, 2002.

UMBELINO, D.C. **Caracterização sensorial por Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade de suco e de polpa de manga (*Mangífera indica* L.) adoçados com diferentes edulcorantes**. 2005. 190p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 2005.

UMBELINO, D.C.; ROSSI, E.A.; BOLINI, H.M.A.; LEPERA J.S. Aspectos tecnológicos e sensoriais do “iogurte” de soja enriquecido com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p. 276-280, 2001.

URBANSKI, J. J. Sugarfree chocolate coatings. **Manuf.Confect.**, Glen Rock, v.83, n.6, p.61-67, 2003.

VIGGIANO, C. E. O produto dietético no Brasil e sua importância para indivíduos diabéticos. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v.1,n.1, p.36-42, 2003.

VISSOTTO, F.Z.; SADAHIRA, M.S.; LUCCAS, V. Chocolates: ingredientes e processo de fabricação. 2ª Semana tecnológica Inovar para o bem estar, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 20 a 22 set 2010.

VISSOTTO, F.Z.; GOMES, C.R.; BATISTA, B.J.L. Caracterização do comportamento reológico e da textura de chocolates sem sacarose. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.2, p.107-111, 2005.

VITALI, A.A.; QUAST, D.G.; GERMER, S.P.M. Vida-de-prateleira de alimentos. Reações de transformação de vida-de-prateleira de alimentos processados. **Manual técnico** n.6, 4ªed., Campinas, 2010, p.47.

WILSON, R.; SMITH, M. Human studies on polyglycerol polyricinoleate (PGPR). **Food and Chemical Toxicology**, v.36, p.743-45, 1998.

WITT, J. Discovery and development of neotame. In: CORTI, A. Low-calorie sweeteners: present and future. **World Review of Nutrition and Dietetics**, v.85, p.52-57, 1999.

ZANGELMI, A.C.B.; TAGLIONATTO, A.A., DIAS, E.L., LANGE, D.A. **Produtos de soja, leite, farinha e outros**. São Paulo, 157p, 1982.

ZUMBÉ, A.; LEE, A.; STOREY, D. Polyols in confectionery: the route to sugar-free, reduced sugar and reduced calorie confectionery. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.85, suppl.1, p.S31-S45, 2001.

ARTIGO 1. Artigo publicado no Journal of Sensory Studies, 26, p.291-297, 2011.

THE DETERMINATION OF ISOSWEETNESS CONCENTRATIONS OF SUCRALOSE, REBAUDIOSIDE AND NEOTAME AS SUCROSE SUBSTITUTES IN NEW DIET CHOCOLATE FORMULATIONS USING THE TIME INTENSITY ANALYSIS

DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE DOÇURA EQUIVALENTES DA SUCRALOSE, REBAUDIOSÍDEO E NEOTAME COMO SUBSTITUTOS DA SACAROSE EM NOVAS FORMULAÇÕES DE CHOCOLATES *DIET* UTILIZANDO ANÁLISE TEMPO INTENSIDADE

Submetido ao Journal of Sensory Studies

Aceito para publicação em 27/ Maio/2011.

Publicado em Agosto/2011.

ABSTRACT

The time-intensity method was used to determine the isosweetness concentrations of various sweeteners in milk chocolates. Chocolate is one of the most consumed foods in the world, and this great success can be explained by its particular flavor. In this study the sucrose was replaced by bulking agents and three different sweeteners (neotame, rebaudioside and sucralose) and four concentrations of each sweetener were evaluated in order to determine the isosweetness concentrations, considering 43% sucrose as providing the ideal sweetness for milk chocolate (Melo *et al.* 2007). Twelve individuals, selected and trained as judges, determined the temporal characteristics of sweetness of these chocolates. The data collected during each session of sensory evaluation furnished the following parameters in relation to each stimulus: I_{max} (maximum intensity recorded); T_{imax} (time at which the maximum intensity was recorded); Area (area of time x intensity curve and T_{tot} (total duration time of the stimulus). The SCDTI 3.0 program was used for the TI analysis. Based on sweetness best concentrations obtained from TI results, it's possible to conclude that sucralose was 570 times sweeter than sucrose, rebaudioside 200 times sweeter and neotame 8600 times sweeter. Considering these potencies, the sweeteners show a similar profile to other foods.

PRACTICAL APPLICATIONS

The time intensity analysis is important to provide information on the behavior of the flavor as perceived by consumers during ingestion of the food and is used to obtain the temporal profile of an attribute in a certain product. This analysis is different from the conventional descriptive analysis because it allows one to verify changes in the perception of an attribute over time. The time-intensity method was an important analysis used to know the concentrations of sweeteners providing the best replacement to sucrose. The key point of this study was to consider the temporal sweetness characteristics involved in producing isosweetness diet milk chocolates.

Keywords: Time-intensity, chocolate, diet, sweetness, neotame.

INTRODUCTION

The consumption of diet products has increased greatly in recent years and these foodstuffs constitute an important factor in a food plan, especially for patients with diabetes mellitus, since they can provide a sweet taste without adding calories (Castro and Franco 2002). It is important to consider that the sweeteners have particular characteristics in different kinds of food and beverage and also that they can promote undesirable effects, such as residual off-flavors (Cardoso and Bolini 2007).

Chocolate is one of the fastest growing products, with worldwide sales showed a growth rate of 7% from 2006 to 2007 (about \$2.2 billion). Europe and the EEMEA region (Eastern Europe, Middle East and Africa) presented the highest growth rates, with respectively 5% and 13% (Nielsen 2008).

The increased demand for high-intensity sweeteners is driven by consumer concern about weight management. According to estimates by the World Health Organization, more than one billion people are overweight throughout the World, of which about 400 million are obese (Horn 2009). Recently the launching of new products containing stevia extracts has increased while those containing artificial sweeteners have decreased, since consumers want low calorie products containing natural sweetening alternatives instead of artificial ones.

Neotame is a new high-potency nonnutritive sweetener considered as a potential successor for aspartame (Prakash *et al.* 2001). It has the intrinsic qualities of aspartame, notably a very clean sweet taste, close to that of sucrose, with none of the undesirable bitter or metallic aftertaste associated with other well-known artificial sweeteners (Nofre and Tinti 2000).

The psychophysical relationship between the increases in perceived sweetness intensity as a function of concentration provides practical formulation information. Magnitude estimation, a ratio-scaling technique, has frequently been employed to generate the dose-response functions of sweeteners (Moskowitz 1970; Trevizam-Moares and Bolini 2010). However, when the product is a complex formulation, the application of magnitude estimation method is more difficult than in the case of beverages.

The time-intensity method is becoming a useful tool, because it makes it possible to compare the perception of sucrose sweetness over time with that of other sweeteners. Melo

et al. (2007) applied the time-intensity analysis as the key point in their research on the intensity and time of the perception of sweetness in the production of isosweetness diabetic milk chocolates.

In the present research, the time-intensity method was applied as a powerful tool to study the substitution of ingredients, especially sucrose, by other sweeteners, in the preparation of a product with equivalent sweetness.

The perception of flavor and texture is a dynamic phenomenon and not a static one. Application of the time-intensity analysis is becoming highly important as a form of evaluating a food (Monteiro 2002) by means of the association of human perception together with the resources of information science, allowing for the appraisal of the information obtained about any pre-established characteristic of the sample (Faria and Bolini 1999).

This program was used to evaluate the bitter taste of organic coffees, where only one brand differing significantly from the others with respect to the six attributes evaluated (Silva *et al.* 2004). The results obtained using the same SCDTI time-intensity analysis program for white rum allowed for the conclusion that the aging of the drink in oak barrels promoted a significant reduction in the alcoholic flavor with an increase in sweetness and wood flavor (Faria and Bolini 1999). These examples show the wide application of this technique for different products and its positive impact in the manufacturing industry (Alves *et al.* 2008; Suwonsichon *et al.* 2008; Palazzo and Bolini 2009). Considering the worldwide consumer and his/her greater appreciation of milk chocolates, the aim of the present study was to reduce the sugar content and calories of this popular food, but maintain its flavor, which is its main attribute.

MATERIAL AND METHODS

Four different milk chocolates were prepared - a traditional one (sweetened only with sucrose) and three other samples, differing only with respect to their sweetener: Sucralose (SPLENDA Micronized Powder, Johnson and Johnson), Rebaudioside (Enliten® 300000, Corn Products) and Neotame (SweetMix). As shown in [Table 1](#), the sucrose of the diet chocolates was replaced by Polydextrose (Litesse ®, Danisco) and Erythritol (Zerose 16961, Cargill) (17:26) as bulking agents, and the three high intensity sweeteners.

Sample preparation

The chocolates were produced by the conventional method, mixing in a Kitchen-Aid planetary mixer model K5SS (Kitchen-Aid, St. Joseph, MI), refining in a Draiswerk GMBH three-roll refiner (Draiswerke GmbH, Manheim Waldo, Mahweh, NJ), conching in a Friwessa longitudinal conch (ACMC, Bohemia, NY); molding in polycarbonate molds and cooling in a Siaht tunnel cooler (Siaht, Jundiaí, SP, Brazil). All the chocolates were batch produced (700g) in the Cereal and Chocolate Research Center (ITAL / Campinas / Brazil).

To determine the isosweetness concentrations in the milk chocolates, each diet chocolate was produced with four different concentrations of the sweetener and the mean concentrations can be seen in [Table 1.1](#). The other concentrations were calculated to be about 25% more, and 25% and 50% less (considering each specific sweetener).

TABLE 1.1
RECIPES USED IN TRADITIONAL AND DIET MILK CHOCOLATES

Ingredient (%)	Chocolate samples			
	SUCRO	SUCRA	REB	NEO
Sucrose	43.00	-	-	-
Cocoa butter	21.30	21.30	21.30	21.30
Cocoa mass	14.00	14.00	14.00	14.00
Dry milk	12.00	12.00	12.00	12.00
Nonfat dry milk	9.00	9.00	9.00	9.00
Soy lecithin	0.40	0.40	0.40	0.40
PGPR*	0.20	0.20	0.20	0.20
Vanilla flavor	0.10	0.10	0.10	0.10
Polydextrose	-	17.00	17.00	17.00
Erithritol	-	26.00	26.00	26.00
Sucralose	-	0.06	-	-
Rebaudioside	-	-	0.22	-
Neotame	-	-	-	0.004

*SUCRO, sucrose; SUCRA, sucralose; REB, rebaudioside; NEO, neotame.

*PGPR (Polyglycerol Polyricinoleate).

Sensory analysis

Four-gram samples of chocolate were presented in disposable plastic beakers coded with a three-digit number. Tests were carried out in individual air-conditioned booths (22°C) in the Sensory Analysis Laboratory of the School of Food Engineering (UNICAMP / Campinas / Brazil) and evaluated under white light, thus ensuring comfort and privacy for the panelists. A complete balanced block was used (Macfie *et al.* 1989) and the samples presented sequentially in a monadic way.

Time-intensity analysis

Eighteen subjects were recruited amongst UNICAMP undergraduates, graduates and employees, who offered themselves as consumers of milk chocolates and showed interest in becoming members of the sensory group to be trained. The panelists were selected according to their interaction using the SCDTI computer program.

Triangular tests and the Wald sequential analysis (Amerine *et al.* 1965) were applied to appraise the discriminatory power of each subject.

A questionnaire of profile information was request of the panelists.

Training session

Evaluation of the sweet taste was carried out using the time-intensity analysis. Maximum reference was sucrose solution 45% and water was the minimum. The intensity references were determined for the attribute of sweetness, so that the extremes of the scale could be established for all the subjects.

The samples were presented in a monadic way with three repetitions, and the panelists evaluated the sweet taste using the mouse to record the intensity of the attribute on the scale according to the time. The software shows a continuous scale with 9 centimeters in the screen. The mouse cursor can to slide freely so that the trained assessor can continuously indicate the intensity that is perceived as a function of time. The continuous scale is horizontal, and has 10 vertical lines indicating the numbers 0 through 9. On top of the scale have words that indicate the intensity, where 0 corresponding to none (far left), 4.5 corresponding to moderate (middle) and 9 corresponding to strong (far right). Continuously data are collected by software, since the start until extinction and at conclusion of test is generated and registered a plot curve and a table with each tenth of a second of analysis and its correspondent intensity. The curve parameters collected (Imax, Timax, Area and Ttot) are statistically analyzed.

On hearing the first signal given by the computer (10s), the panelist placed the whole sample in his mouth and, using the mouse, indicated the intensity of the particular sensory attribute on the scale. On hearing the second signal (15s), the panelist swallowed the sample while a third signal (50s) indicated the end of the test.

The time-intensity parameters of interest were I_{max} (maximum intensity recorded by the judge); T_{max} (time at which the maximum intensity was recorded); Area (area of time x intensity curve) and T_{tot} (total duration time of the stimulus), based on four parameters between a total of nine (ASTM 1999).

The data collection for the time-intensity analysis was carried out on a computer by means of the “Time-Intensity Data Collection System – SCDTI” program (Bolini *et al.* 2003) developed at the Sensory Analysis Laboratory of the School of Food Engineering (FEA/UNICAMP).

Selection of time-intensity analysis

Twelve panelists were selected who were qualified for the interactive test with the computer and also on the basis of their power of discrimination, repeatability and agreement with the team (Damásio and Costell 1991), as verified by means of the values for significant F_{sample} ($p < 0.30$) and non-significant $F_{\text{repetition}}$ ($p > 0.05$) in relation to each parameter.

Evaluation of sweet taste by the time-intensity analysis

The panelists evaluated the sweet attribute of all the chocolates by means of a monadic presentation with three repetitions, recording the intensity of the attribute in accordance with the time spent.

Statistical analysis

The statistical analysis was carried out considering each panelist and his repetitions in TI sweet taste. The attributes obtained by means of the time-intensity curves were evaluated by means of an analysis of variance (ANOVA), Tukey test averages ($p < 0.05$) and Principal Components Analysis (PCA). The statistical software used was the *Statistical Analysis System* – SAS (2003) program.

RESULTS AND DISCUSSION

The profiles of the panelists were obtained and the following information was obtained: 91.67% were female; 75% had completed a university course; 66.67% were between 20 and 30 years of age.

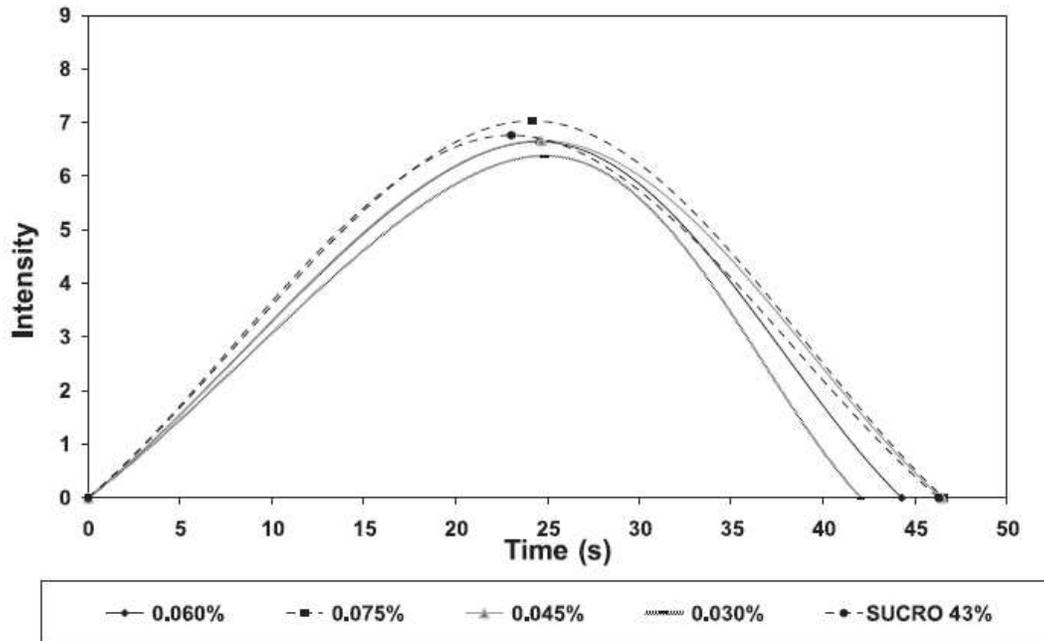
Table 1.2 shows the parameters for the TI curves (Figure 1.1) for the conventional and diet chocolates sweetened with sucralose. The sample sweetened with a 0.075% sucralose concentration presented the best result as compared with the traditional sample containing sucrose. This sample was not statistically different ($P>0.05$) from the standard (traditional sample of milk chocolate with sucrose) for any of the parameters of the curves (I_{max} , T_{imax} , Area and T_{tot}), considering the Tukey test.

TABLE 1.2
SUCRALOSE CHOCOLATE PARAMETERS OF TI CURVES

Chocolate sweetener concentration	T_{imax}	I_{max}	T_{tot}	Area
SUCRA 0.060%	24.51 ^a	6.64 ^{bc}	44.3 ^{ab}	176.12 ^{ab}
SUCRA 0.075%	24.15 ^{ab}	7.03 ^a	46.59 ^a	193.48 ^a
SUCRA 0.045%	24.68 ^a	6.66 ^{bc}	46.47 ^a	193.63 ^a
SUCRA 0.030%	24.86 ^a	6.38 ^c	42.07 ^b	168.27 ^b
SUCRO 43%	23.04 ^b	6.76 ^{ab}	46.31 ^a	196.22 ^a

* Means with a same superscript letter on a column are not significantly different ($p>0.05$).

FIGURE 1.1 TIME-INTENSITY CURVES FOR SWEET TASTE STIMULUS OF MILK CHOCOLATE FORMULATED WITH DIFFERENT SUCRALOSE CONCENTRATIONS (FROM 0.030 TO 0.075%) AND WITH SUCROSE (SUCRO) SWEETENER



The best result obtained for replacement with sucralose showed that this sweetener was about 570 times sweeter than sucrose, based on sweetness best concentrations obtained from TI results (Imax, Timax, Area and Ttot). According to Jenner (1989) and Melo *et al.* (2007), sucralose is 400-800 times sweeter than sugar. This high intensity sweetener has a TI profile similar to that of sucrose and its flavor combines the characteristics of sugar without any negative features such as a bitter aftertaste.

TABLE 1.3**REBAUDIOSIDE CHOCOLATE PARAMETERS OF TI CURVES**

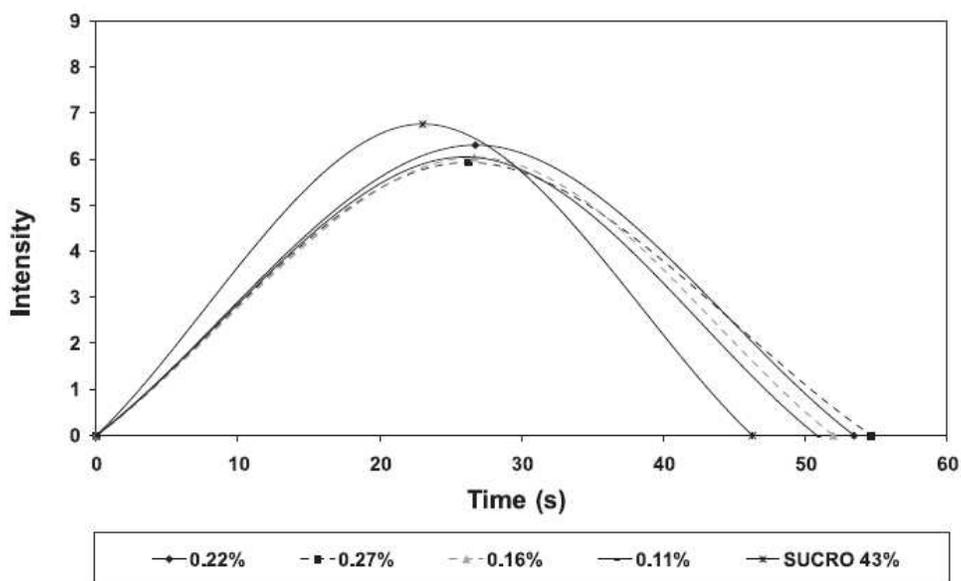
Chocolate sweetener concentration	T _{max}	I _{max}	T _{tot}	Area
REB 0.215%	26.76 ^a	6.31 ^b	53.46 ^{ab}	182.22 ^{ab}
REB 0.269%	26.24 ^a	5.93 ^c	54.71 ^a	170.56 ^b
REB 0.161%	26.70 ^a	6.04 ^{bc}	52.02 ^b	153.55 ^c
REB 0.107%	26.00 ^a	6.05 ^{bc}	50.84 ^b	155.32 ^c
SUCRO 43%	23.04 ^b	6.76 ^a	46.31 ^c	196.22 ^a

* Means with a same superscript letter on a column are not significantly different ($p>0.05$).

The best of the chocolates sweetened with rebaudioside only presented one parameter (Table 1.3) of the TI curves (Figure 1.2) that was not statistically different ($P>0.05$) from the standard (ideal sweetness). The parameter of area was statistically similar between the traditional (SUCRO) and diet (REB 0.215%) chocolates.

The result of REB 0.269% shows that the increment of the sweetener could decrease the sweet taste (I_{max}) because occurs synergism interaction with another's components (bitter taste and metallic flavor can appears).

FIGURE 1.2 TIME-INTENSITY CURVES FOR SWEET TASTE STIMULUS OF MILK CHOCOLATE FORMULATED WITH DIFFERENT REBAUDIOSIDE CONCENTRATIONS (FROM 0.11 TO 0.27%) AND WITH SUCROSE (SUCRO) SWEETENER



The results for rebaudioside showed (Table 1.3) that it was about 200 times sweeter than sucrose, considering the Area parameter. The same TI parameter (Area) was used for determinate the best result of neotame (NEO 0.005%), showing sweet power about 8600 times compared with sucrose. The bulking agent's were set in diet milk chocolate formulations.

TABLE 1.4
NEOTAME CHOCOLATE PARAMETERS OF TI CURVES

Chocolate sweetener				
concentration	Timax	Imax	Ttot	Area
NEO 0.004%	26.74 ^b	5.64 ^{cd}	50.48 ^b	146.64 ^b
NEO 0.005%	28.59 ^a	6.16 ^b	54.53 ^a	179.18 ^a
NEO 0.003%	26.50 ^b	5.80 ^{bc}	49.98 ^b	149.62 ^b
NEO 0.002%	26.33 ^b	5.33 ^d	50.28 ^b	146.86 ^b
SUCRO 43%	23.04 ^b	6.76 ^a	46.31 ^c	196.22 ^a

* Means with a same superscript letter on a column are not significantly different ($p > 0.05$).

TABLE 1.5

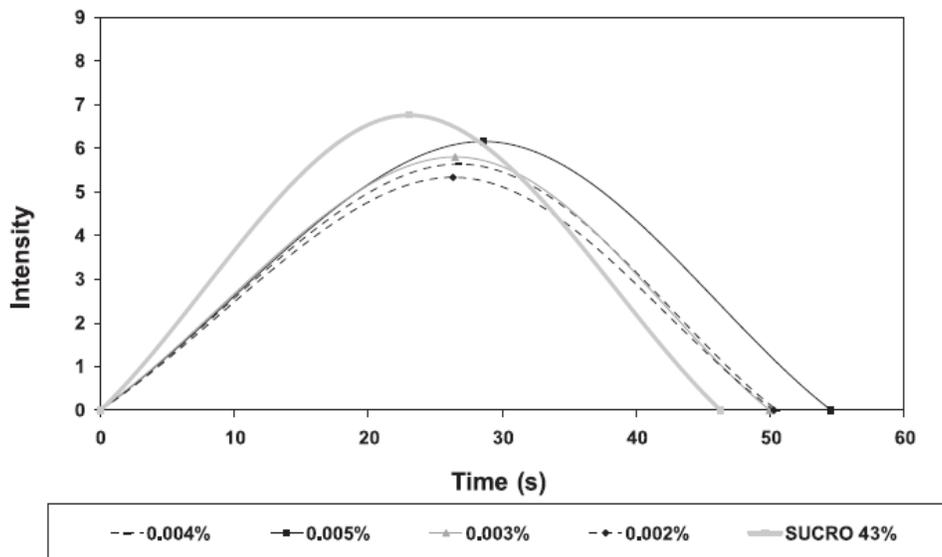
DIET MILK CHOCOLATE WITH DIFFERENT SWEETNERS (PARAMETERS OF TI CURVES)

Sweeteners concentration	Timax	Imax	Ttot	Area
SUCRA	24,15 ^c	7,03 ^a	46,59 ^b	193,48 ^{ab}
REB	26,76 ^b	6,31 ^c	53,46 ^a	182,22 ^{ab}
NEO	28,59 ^a	6,16 ^c	54,53 ^a	179,18 ^b
SUCRO	23,04 ^c	6,76 ^b	46,31 ^b	196,22 ^a

* Means with a same superscript letter on a column are not significantly different ($p>0.05$). Sucralose (0.075%), Rebaudioside (0.215%), Neotame (0.005%) and Sucrose (43%).

Considering these results ([Table 1.2](#) and [Table 1.5](#)) obtained for diet milk chocolates in this study, the sweetener sucralose present the most similar TI profile for sucrose replacement ([Figure 1.4](#)). The rebaudioside presented satisfactory results in the diet milk chocolates, as showed in Area parameter and TI curve for REB 0.215% ([Figure 1.4](#)). Neotame as a sweetener present less satisfactory replacement in milk chocolates.

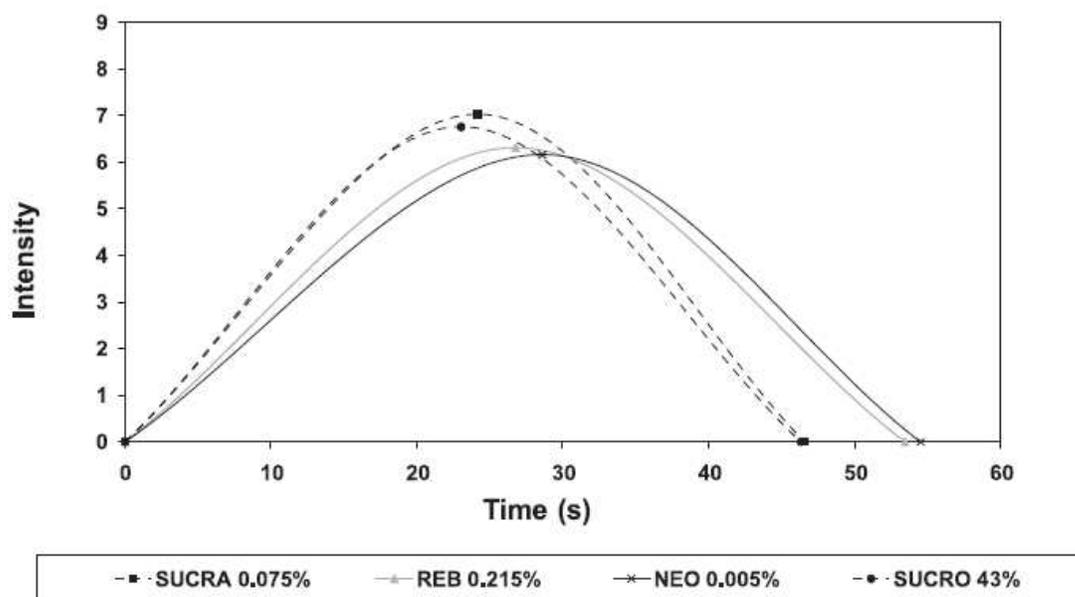
FIGURE 1.3 TIME-INTENSITY CURVES FOR SWEET TASTE STIMULUS OF MILK CHOCOLATE FORMULATED WITH DIFFERENT NEOTAME CONCENTRATIONS (FROM 0.002 TO 0.005%) AND WITH SUCROSE (SUCRO) SWEETENER



Similar results were successfully obtained in a recent study with diet milk chocolates sweetened with sucralose (Gomes *et al.* 2007), using five different bulk agents (polydextrose, inulin, fructo-oligosaccharides, lactitol and maltitol). Affective sensory analysis revealed no statistically significant difference between polydextrose and sucrose ($p>0.05$) in terms of aroma, hardness, melting in the mouth and flavor.

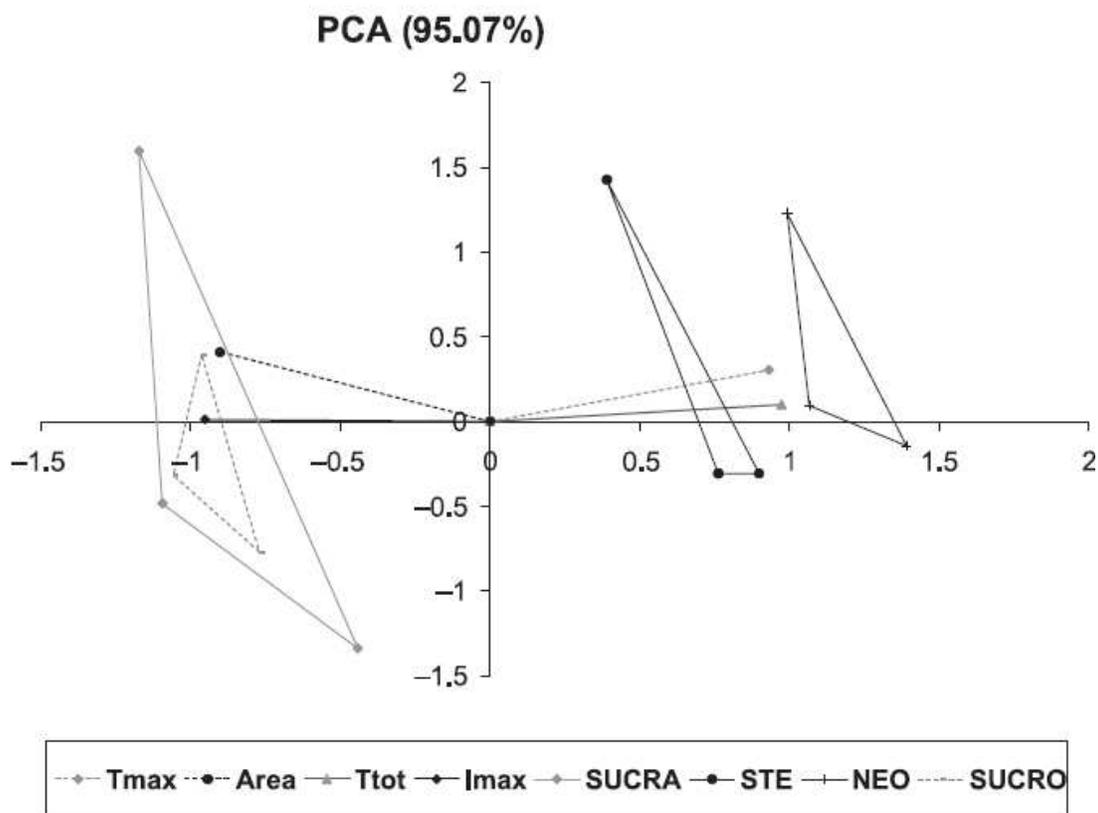
The PCA (Figure 1.5) explained 95.07% of sample variability in the TI analysis of sweet taste. The sucralose sweetener showed the best results when compared with the traditional chocolate and both were characterized by the I_{max} and Area TI parameters.

FIGURE 1.4 TIME-INTENSITY CURVES FOR SWEET TASTE STIMULUS OF MILK CHOCOLATE FORMULATED WITH DIFFERENT SWEETNERS (NEO, NEOTAME; REB, REBAUDIOSIDE; SUCRA, SUCRALOSE; SUCRO, SUCROSE)



The other sweeteners (REB and NEO) were located in opposite quadrants. These two sweeteners present better and the parameters T_{tot} and T_{max} were more expressed.

FIGURE 1.5 PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) OF MILK CHOCOLATES BY TIME-INTENSITY CURVES FOR SWEET TASTE STIMULUS (NEO, NEOTAME; STE, STEVIOSIDE; SUCRA, SUCRALOSE; SUCRO, SUCROSE)



The different profiles of the rebaudioside and neotame milk chocolates as compared to the sucrose milk chocolate can be explained by the interaction of the sweeteners with the food matrix, and probably the aftertaste as well in the rebaudioside sample. Also, the Table 1.5 shows the best sucrose replacement provides from sucralose sweetener.

CONCLUSIONS

The best replacement for sucrose was sucralose at a concentration of 0.075%, which showed a similar profile to that of the sucrose chocolate for all the parameters. The rebaudioside chocolate (0.215%) only presented a similar profile to the sucrose sample for the parameter of area and the neotame sweetener (0.005%) presented a value for the area parameter which was not significantly different ($P>0.05$) from that of the sucrose curve.

The sucralose sweetener was the best substitute for sucrose in chocolates for diet purposes and presents the most similar TI profile for sucrose replacement.

Thus, by applying the time-intensity analysis, sucralose was shown to be 570 times sweeter than sucrose. Rebaudioside was 200 times sweeter and neotame was about 8600 times sweeter than sucrose.

It is therefore important to study the sweeteners in each of the foods they could be used in, because their sweetness potencies depend on the dispersion matrixes in which they are found.

ACKNOWLEDGEMENT

To CAPES for financial assistance.

REFERENCES

- ALVES, L.R.; BATTOCHIO, J.R.; CARDOSO, J.M.P.; MELO, L.L.M.M.; da SILVA, V.S.; SIQUEIRA, A.C.P.; BOLINI, H.M.A. 2008. Time-intensity profile and internal preference mapping of strawberry jam. *J. Sens. Stud.* 23, 125-135.
- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E.B. 1965. Principles of sensory evaluation of food. Pp. 602. New York: Academic Press.
- ASTM. 1999. Standard Guide for Time-Intensity Evaluation of Sensory Attributes (E-1909) ASTM Book of Standards 15.07, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
- BARTOSHUK, L.M.; RENERT, K.; RODIN, J.; STEVENS, J.C. 1982. Effects of temperature on the perceived sweetness of sucrose. *Physiol Behav.* 28, 905-910.
- BOLINI, H.M.A.; da SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H.; LOBÃO, F. 2003. Programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-intensidade - SCDTI". *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia.* Campinas. 37, 54-60.
- CARDOSO, J.M.P.; BOLINI, H.M.A. 2007. Different edulcorants in peach nectar: ideal and equivalent edulcorants. *Food Res. Int.* 40, 1249-1253.
- CASTRO, A.G.P. FRANCO, L.J. 2002. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.* 46, 280 – 287.
- DAMÁSIO, M.H.; COREBL, E. 1991. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.* Valencia. 31, 165-178.
- FARIA, J. B.; BOLINI, H.M.A. 1999. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos.* Campinas. 33, 27-34.
- GOMES, C. R.; VISSOTTO, F. Z.; FADINI, A. L.; FARIA, E. V.; LUIZ, A. M. 2007. Influence of different bulk agents in the rheological and sensory characteristics of diet and light chocolate. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* Campinas. 27 (3), 614-623.
- HORN, G. 2009. Harmonizing sweetness and taste. *Food Technology.* 63 (12), 20-29.

- JENNER, M.R. 1989. Sucralose: Unveiling its properties and applications. In Progress in Sweeteners (T.H. Grenby, ed). pp. 121-141. Elsevier Applied Science, London, U.K.
- MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effect in halls tests. *J. Sens. Stud.* 4, 129-148.
- MELO, L.L.M.M., BOLINI, H.M.A.; EFRAIM, P. 2007. Equisweet milk chocolates with intense sweeteners using time-intensity method. *J. Food Qual.* 30, 1056-1067.
- MONTEIRO, M.A.M. 2002. Caracterização da bebida de café (*Coffea arábica* L.): Análise Descritiva Quantitativa. Análise Tempo-Intensidade e Testes Afetivos. Thesis (Doctorate in Food Science and Technology) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. pp. 158.
- NIELSEN. 2008. Relatórios Executivos de Notícias. Os mais quentes do mundo. Informações sobre categorias de alimentos e bebidas.
- NOFRE, C.; TINTI, J.M. 2000. Neotame: discovery, properties, utility. *Food Chem.* 69, 245-257.
- PALAZZO, A.B.; BOLINI, H.M.A. 2009. Multiple time-intensity analysis and acceptance of raspberry-flavored gelatin. *J. Sens. Stud.* 24, 648-663.
- PRAKASH,I; BISHAY, I.E.; DESAI, N.; WALTERS,D.E. 2001. Modifying the Temporal Profile of the High-Potency Sweetener Neotame. *J. Agric. Food Chem.* 49, 786-789.
- PSZCZOLA, D. E. 2003. Choosing new alternatives to alternative ingredients. *Food Technol. Chicago.* 57 (10), 54.
- REDLINGER, P.A.; SETSER, C.S. 1987. Sensory quality of selected sweeteners: aqueous and lipid model systems. *J. Food Sci.* 52 (2), 451-454.
- SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2003. Versão 9.1.3 Service Pack 3. SAS Institute Inc. 2002-2003. Carry. NC. USA.
- SILVA, A. F.; MONTEIRO, M.A.M.; MINIM, V.P.R.; CHAVES, J.B.P.; BOLINI, H.M.A. 2004. Avaliação do gosto amargo da bebida de café orgânico por meio da análise tempo-intensidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas.* 24, 468-472.
- STONE, H.; OLIVER, S.M. 1969. Measurement of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixtures. *J. Food Sci.* 34, 215-222.

- SUWONSICHON, S.; CHAMBERS, E.; CHAMBERS, D.H.; MILLIKEN, G.A. 2009. Effects of oral rinsing on the perception of residual cooling and burn in highly mentholated toothpaste. *J. Sens. Stud.* 24, 290-300.
- TREVIZAM-MORAES, P.C.B; BOLINI, H.M.A. 2010. Different sweeteners in beverages prepared with instant and roasted ground coffee: ideal and equivalent sweetness. *J. Sens. Stud.* 25, 215-225.
- WISEMAN, J.J.; MCDANIEL, M.R. 1991. Modification of fruit flavors by aspartame and sucrose. *J. Food Sci.* 56 (6), 1668-1670.

**ARTIGO 2. Submetido ao Journal of Sensory Studies nº identificador
JOSS-OA-13-0061.**

***MULTIPLE TIME-INTENSITY ANALYSIS: SWEETNESS, BITTERNESS,
CHOCOLATE FLAVOR AND MELTING RATE OF CHOCOLATE WITH
SUCRALOSE, REBAUDIOSIDE AND NEOTAME***

**ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE MÚLTIPLA: DOÇURA, AMARGOR, SABOR
DE CHOCOLATE E ERRETIMENTO NA BOCA DE CHOCOLATES CONTENDO
SUCRALOSE, REBAUDIOSÍDEO E NEOTAME**

RESUMO

Nas últimas décadas as indústrias têm investido cada vez mais no desenvolvimento de novos produtos alimentícios com a preocupação em promover saúde e prevenir doenças, utilizando diferentes ingredientes, aditivos e processamentos com alta tecnologia. São constantes os estudos relacionados à substituição do açúcar por edulcorantes em busca da manutenção das características tecnológicas e sensoriais nos mais diversos alimentos. Além disso, outra tendência é a utilização de produtos isentos de lactose, uma vez que estimativas apontam que cerca de 30% da população brasileira apresenta algum grau de intolerância a este açúcar do leite. Associado a isso, há a crescente divulgação de produtos derivados da soja, grão este com alta produção nacional, valor biológico e benefícios ao organismo constatados em diferentes estudos com humanos. Presume-se então justificável a proposta em avaliar formulações de chocolate *diet* e isento de lactose, considerando ainda o incremento de consumo deste alimento *per capita* no Brasil. Visando estas substituições, foram testados dois agentes de corpo, o eritritol, poliól ainda pouco estudado em âmbito nacional e internacional, que vem ganhando espaço cada vez maior no mercado de edulcorantes, e o neotame, edulcorante de alta intensidade aceito pela legislação brasileira. Assim, oito diferentes formulações de chocolates (quatro ao leite e quatro com extrato de soja), diversificadas em relação ao uso de edulcorantes (sacarose, sucralose, rebaudiosídeo e neotame) foram avaliadas por análise tempo-intensidade múltipla em relação aos atributos gosto doce, gosto amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca, utilizando o programa Time-Intensity Analysis of Flavors and Tastes. Onze provadores de uma equipe treinada avaliaram as oito amostras individualmente e realizaram 4 repetições cada em relação aos atributos analisados. O neotame nos chocolates ao leite proporcionou estímulo sensorial significativamente semelhante aos adoçados com sacarose. Pela visualização dos gráficos de análise tempo-intensidade múltipla, verificou-se que os estímulos gosto doce e sabor de chocolate possuem comportamento similar em função do tempo, proporcionando a sensação desejada neste tipo de produto. Por outro lado, o amargor possui um perfil pouco acentuado em relação aos demais estímulos, visualizado claramente nos chocolates ao leite. Já para os chocolates de soja este comportamento se altera, sendo caracterizado pelo amargor e, em algumas amostras, chega a ultrapassar o gosto doce e sabor de chocolate. O

máximo de derretimento na boca se inicia logo após os picos de intensidade máxima dos demais estímulos. Satisfatoriamente os chocolates de soja mantiveram perfis semelhantes aos chocolates ao leite, resultando positivamente em relação à isenção da lactose, tornando uma opção aos intolerantes a este açúcar. Esses resultados são reforçados pela redução calórica calculada em relação a todos os chocolates formulados, tornando-se assim alimentos com proposição *light/diet* destinado ao público em questão.

1 INTRODUÇÃO

A obesidade, considerada uma epidemia mundial, ocorre independentemente de condições econômicas e sociais, sendo significativo o seu aumento nos últimos 20 anos. Porém, dificilmente este fato poderia ser explicado por mudanças genéticas que tenham ocorrido neste espaço de tempo. Sendo assim, os principais mecanismos envolvidos no desenvolvimento da obesidade têm sido relacionados com fatores ambientais, como ingestão alimentar inadequada e redução no gasto calórico diário (PEREIRA *et al.*, 2003).

Outra preocupação mundial se refere à incidência de intolerância à lactose, que mostrou-se crescente até a faixa etária de 31 a 40 anos. Porém, a partir dos 40 anos ocorre uma diminuição gradativa da intolerância, evidenciada pela capacidade da mucosa intestinal em adaptar-se a repetidas agressões, suportando melhor a contínua ingestão de lactose. Além disso, verificou-se que não houve diferença significativa da incidência entre os indivíduos do sexo masculino e feminino, ocorrendo em 42,68% dos homens e em 44,94% das mulheres (PEREIRA; FURLAN, 2004).

Diante de uma pesquisa elaborada visando o levantamento de quais seriam os produtos mais consumidos por pacientes diabéticos, o chocolate foi escolhido por 16% dos entrevistados, ficando atrás de refrigerantes, bala/goma de mascar e pudins. Ainda foi relatado que a preferência pelos chocolates está diretamente relacionada ao sabor (CASTRO; FRANCO, 2002).

Comparando-se diferentes técnicas utilizadas na análise sensorial, o método tempo-intensidade tem-se mostrado muito eficiente em trabalhos com as propriedades temporais dos adoçantes e edulcorantes (MORI, 1992).

A análise tempo-intensidade envolve o monitoramento de determinados atributos e suas intensidades com o passar do tempo. É definido como uma medida da velocidade, duração e intensidade de estimulação por um único estímulo. Trata-se de um método muito útil na área de Pesquisa e Desenvolvimento de novos produtos e encontra maior aplicabilidade em estudos realizados com adoçantes e edulcorantes. Sendo assim, para que um edulcorante apresente boa aceitabilidade, este deve apresentar perfil de doçura razoavelmente similar ao da sacarose, praticamente livre de amargor e outros sabores. O

ideal é que o gosto doce aparente ocorra em um ou dois segundos e persista por cerca de trinta segundos (DUTCOSKY, 2011).

O programa TIAFT (Time-intensity analysis of flavors and tastes) desenvolvido por Bolini (2011) possibilitou a adequação e escolha de parâmetros como tempo de espera, tempo de ingestão e tempo de permanência do alimento na boca, a dimensão da escala a ser utilizada, entre outros parâmetros relacionados com o tipo de material analisado e objetivo do estudo.

Um estudo realizado no Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, Brasil (ITAL) comparou diferentes formulações de chocolates utilizando os agentes de corpo como alvo da investigação. Dentre os resultados obtidos, verificou-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os chocolates produzidos com polidextrose apenas e outras duas formulações contendo combinações deste polímero com polióis, como o maltitol e lactitol. Para a realização das análises, foram avaliados sensorialmente os parâmetros de aroma, dureza, derretimento na boca e sabor, com a participação de 30 provadores. Destacou-se, como ponto forte na formulação contendo a associação polidextrose/maltitol, o sabor característico de chocolate parcialmente longo, esperado pelos consumidores deste produto (GOMES *et al.*, 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho concentra-se na avaliação temporal dos atributos de gosto doce, gosto amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca das oito amostras de chocolate ao leite e com soja, tradicionais e *diet*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O processamento dos chocolates foi realizado nas instalações do Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolates (ITAL/Campinas/Brasil). As análises sensoriais foram conduzidas no Departamento de Alimentos e Nutrição (DEPAN), dentro da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP).

2.1 Matéria-prima para formulação dos chocolates em barra

Foram utilizados os ingredientes relacionados na Tabela 2.1 para a formulação dos chocolates em barra ao leite com sacarose, de soja com sacarose, ao leite *diet* e de soja *diet*. Os ingredientes selecionados para as formulações foram: açúcar moído sacarose (União, Nova América S.A.), manteiga de cacau desodorizada (Barry Callebaut, Brasil), líquido de cacau (Barry Callebaut, Brasil), leite em pó integral (La Sereníssima, Mastellone Hnos S.A.), leite em pó desnatado (La Sereníssima, Mastellone Hnos S.A.), lecitina de soja líquida (Solec SH, Solae), PGPR (Poliglicerol Polirricinoleato de Glicerila 90, Danisco), aroma artificial de baunilha (Ottens Flavors), extrato de soja Provesol PC (Olivebra), sucralose (SPLENDA Micronized Powder, Johnson and Johnson), rebaudiosídeo (Enliten® 300000, Corn Products), neotame (SweetMix), polidextrose (Litesse®, Danisco) e eritritol (Zerose 16961, Cargill).

Tabela 2.1 Ingredientes e suas porcentagens para formulação do chocolate em barra ao leite e com extrato de soja tradicional (com sacarose) e *diet* (contendo sucralose, rebaudiosídeo ou neotame)

Ingredientes (%)	LSA¹	LSU	LRE	LNE	SSA	SSU	SRE	SNE
Sacarose	43,00	-	-	-	43,00	-	-	-
Manteiga de cacau	21,30	21,30	21,30	21,30	22,30	22,30	22,30	22,30
Líquor de cacau	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Leite integral	12,00	12,00	12,00	12,00	-	-	-	-
Leite desnatado	9,00	9,00	9,00	9,00	-	-	-	-
Lecitina de soja	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
PGPR ²	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Aroma vanila	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Extrato de soja	-	-	-	-	20,00	15,80	15,80	15,80
Sucralose	-	0,075	-	-	-	0,075	-	-
Rebaudiosídeo	-	-	0,215	-	-	-	0,215	-
Neotame	-	-	-	0,005	-	-	-	0,005
Polidextrose	-	17,00	17,00	17,00	-	21,20	21,20	21,20
Eritritol	-	26,00	26,00	26,00	-	26,00	26,00	26,00

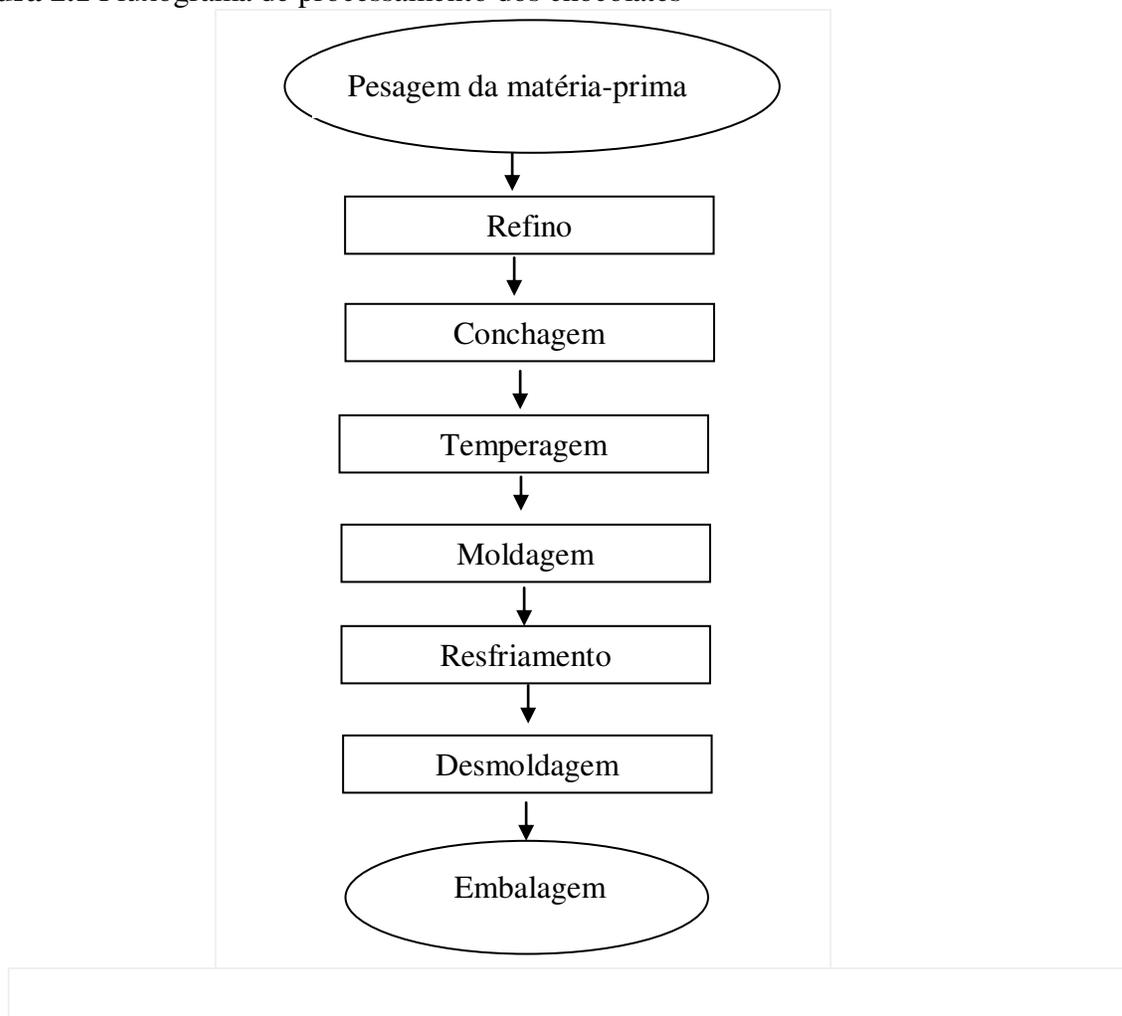
¹LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame); SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame)

²PGPR (Poliglicerol Polirricinoleato de Glicerila)

2.2 Processamento dos chocolates

A fabricação dos chocolates foi realizada de acordo com o fluxograma disposto na Figura 2.1.

Figura 2.1 Fluxograma de processamento dos chocolates



A mistura dos ingredientes foi realizada em misturador planetário *Kitchen Aid*, modelo K5SS, com capacidade para 5L (*Kitchen-Aid*, St. Joseph, MI). Inicialmente foram misturados os ingredientes em pó e, em seguida, o líquido de cacau e parte da manteiga de cacau, ambos fundidos. O teor total de gordura da massa nessa etapa foi mantido em aproximadamente 25%, visando à obtenção de uma massa de consistência plástica, adequada para o refino.

O refino da massa foi realizado em um único estágio em refinador marca *Draiswerk*, modelo GMBH, composto por 3 cilindros horizontais de aço, resfriados internamente com água a 15°C. Ajustou-se a distância entre os cilindros visando a obtenção da massa com tamanho máximo das partículas sólidas entre 20µm e 25µm (medida realizada com micrômetro digital marca *Mitutoyo*).

A conchagem foi realizada em 2 bateladas de 4kg cada. O equipamento utilizado foi um misturador planetário encamisado, marca *Inco*, modelo HTB30 com capacidade máxima de 5kg, conforme parâmetros relacionados na Tabela 2.2.

Realizou-se a etapa de temperagem manualmente, com auxílio de espátulas de inox, em ambiente com temperatura de 20,0°C ± 1,0°C.

As temperaturas de resfriamento e re-aquecimento, bem como o tempo de pré-cristalização foram ajustados por meio do grau de temperagem, utilizando-se um termímetro, marca *Sollich*, modelo E3. O instrumento apresenta um pequeno compartimento que armazena a amostra que é imerso em água refrigerada, conectada em leitor de dados que marca a variação da temperatura em determinado intervalo de tempo. A inflexão da curva de resfriamento da amostra dependerá da temperagem realizada (MINIFIE, 1989). De acordo com o manual do equipamento, a pré-cristalização ideal (chocolate temperado adequadamente) apresenta grau de têmpera ou temperindex igual a 5.

Os chocolates foram moldados em formas de polietileno no formato de barras retangulares de 5,4cm x 12,6cm x 0,6cm, que se dividem posteriormente para as análises em 18 pedaços de 1,8cm x 2,1cm x 0,6cm cada. Após a moldagem os chocolates foram resfriados, em uma única passagem, em túnel de resfriamento *Siaht*, com 8m de comprimento dotado de compressor na posição central. Após a desmoldagem, os chocolates foram embalados em papel alumínio e armazenados em câmara a 23°C, durante 15 dias, previamente à determinação instrumental da textura e à realização da análise sensorial, para permitir a máxima cristalização da manteiga de cacau na forma β induzida durante a temperagem.

2.3 Análise Sensorial

As amostras foram servidas aos provadores em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP), avaliadas sob luz branca e à temperatura ambiente, permitindo, dessa forma, conforto aos provadores.

A apresentação das amostras foi realizada em pratos plásticos descartáveis codificados com algarismos de três dígitos e os provadores orientados a utilizarem água entre as amostras, para enxágue do palato ou ingestão se necessário.

2.3.1 Análise Temporal

A determinação do perfil tempo-intensidade das amostras de chocolate tradicional e *diet* foi realizada para os parâmetros de doçura, amargor, sabor de chocolate e derretimento na boca.

A coleta dos dados para a análise tempo-intensidade foi realizada em computador, em sala climatizada (22°C) através do programa TIAFT (Time-intensity analysis of flavors and tastes) (BOLINI, 2011), desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (UNICAMP) e aprovado pelo programa INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial).

2.3.1.1 Pré-seleção da equipe de provadores

Foi utilizada a seleção de provadores por Análise sequencial de Wald (AMERINE *et al.*, 1965), sendo os critérios de seleção avaliados também pela interação do provador com a utilização do programa TIAFT no computador.

Foram recrutados 25 voluntários, entre alunos de graduação, pós-graduação e funcionários da UNICAMP, que demonstrassem interesse em participar da equipe sensorial treinada, além do reconhecimento básico em relação aos gostos primários.

Para avaliar o poder discriminativo de cada voluntário foram realizados testes triangulares (MEILGAARD *et al.*, 2004) onde três amostras de soluções de sacarose eram servidas aos provadores, sendo duas das amostras iguais e uma diferente. As amostras

utilizadas para este teste apresentavam um grau de diferença de sabor que pôde ser classificado entre ligeiro a moderado (concentrações de 2,5% e 4,0%).

Nos testes triangulares, os provadores foram orientados a avaliar as amostras da esquerda para a direita e identificarem em ficha de avaliação, qual das amostras se diferia das demais. Cada provador realizou o teste em seis repetições.

2.3.1.2 Treinamento

Para cada atributo analisado foi determinada uma referência de mínimo e máximo de intensidade, para que os extremos da escala fossem estabelecidos entre todos os provadores.

Para esta seleção, os provadores realizaram as avaliações dos atributos pré-determinados das amostras, através de apresentação monádica com quatro repetições, registrando a intensidade do atributo em função do tempo percorrido, na escala do monitor, através do "*mouse*", em escala de nove pontos (0=nenhum, 4,5=moderado, 9=forte).

Ao primeiro aviso emitido pelo computador, o provador colocava a amostra na boca e, usando o "*mouse*", indicava na escala a intensidade do atributo sensorial determinado. Ao segundo aviso sonoro, o provador engolia a amostra, e um terceiro aviso indicava o final do teste.

Os dados coletados foram analisados pelo programa em cada sessão de avaliação sensorial e os seguintes parâmetros foram fornecidos: Imáx - intensidade máxima do atributo registrada pelo provador; Timáx - tempo em que a intensidade máxima foi registrada; Área - área sob a curva tempo x intensidade e Ttot - tempo total de duração do estímulo, avaliados em relação a cada atributo sensorial: gosto doce, gosto amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca.

2.3.1.3 Seleção final da equipe de provadores

Foram selecionados 11 provadores com habilidade para o teste interativo com o computador e ainda com base no poder de discriminação, repetibilidade e concordância com a equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991), verificada através de análise de variância de

dois fatores (amostra e repetição) para cada provador em relação a cada parâmetro da curva tempo-intensidade obtida.

Os provadores com valores de $F_{amostra}$ significativo ($p < 0,30$) e $F_{repetição}$ não-significativo ($p > 0,05$) em relação a cada parâmetro foram selecionados.

2.3.1.4 Análise Tempo-Intensidade

Os provadores realizaram as avaliações dos quatro atributos sensoriais separadamente (doçura, amargor, sabor de chocolate e derretimento na boca) nas amostras de chocolate, através de apresentação monádica com quatro repetições em cada uma das análises, registrando os mesmos parâmetros aos quais foram treinados ($I_{máx}$; $T_{máx}$; Área; T_{tot}), avaliados em relação a cada atributo sensorial: gosto doce, gosto amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca.

2.4 Análise Estatística

Os parâmetros obtidos através das curvas tempo-intensidade foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), teste de médias de *Tukey* (ao nível de 5% de significância) e análise de componentes principais (ACP).

Seguindo a análise múltipla tempo-intensidade proposta por Palazzo e Bolini (2009), os oito chocolates foram avaliados individualmente com o objetivo de verificar o comportamento simultâneo dos estímulos em função do tempo.

O programa *Statistical Analysis System - SAS* (SAS[®] Institute Inc., Carry, N.C., USA, 2003) foi utilizado para os cálculos estatísticos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A etapa de conchagem foi dividida em 3 diferentes fases (Tabela 2.2) visando a maior eliminação de umidade e melhor formação de compostos de cor, sabor e propriedades reológicas. A fase seca incorporou cerca de 12% da gordura total da massa, permitindo assim que houvesse a maior eliminação de umidade (em torno de 0,5%), evaporação dos voláteis, como o ácido acético (entre 30% e 50%), além da formação de diferentes compostos aromáticos.

Durante a fase plástica ocorreu um intenso trabalho mecânico, ajustado pelo aumento na velocidade da concha e somado ao aumento do tempo de conchagem. Dessa forma, a formação dos compostos característicos de sabor e aroma do produto foram favorecidos e contribuiu-se para o ajuste reológico, diminuindo a viscosidade da massa. Nesta etapa incorporou-se o restante da gordura à massa.

A última etapa, denominada conchagem líquida, ocorreu com a adição dos emulsificantes à massa, como a lecitina de soja e o poliglicerol polirricinoleato de glicerila (PGPR) finalizando, assim, o arredondamento de sabor e textura do produto.

Para verificar se o processo de pré-cristalização durante a temperagem foi adequado, mediu-se o índice de temperagem das amostras. Para todos os chocolates, os índices de temperagem se mantiveram entre 4,5 e 5,5.

Tabela 2.2 Parâmetros relacionados às três etapas de conchagem dos chocolates durante o processamento das oito formulações avaliadas

Etapas do processamento	Velocidade (rpm)	Temperatura (°C)	Tempo (min)
Conchagem seca	48	40	10
Conchagem plástica	80	60	420
Conchagem líquida	80	60	60

Os parâmetros analisados na análise tempo-intensidade estão dispostos na Tabela 2.3, assim como suas respectivas referências utilizadas no treinamento dos provadores (Tabela 2.4).

Tabela 2.3 Parâmetros utilizados para cada estímulo avaliado pelos provadores durante a análise tempo-intensidade de chocolates do tipo ao leite tradicional e *diet*

Parâmetros	Gosto doce	Gosto amargo	Sabor de chocolate	Derretimento na boca
Tempo de espera inicial (s)	10	10	10	10
Tempo de permanência na boca (s)	15	15	15	15
Tempo após a ingestão (s)	50	50	50	50
Escala de intensidade (cm)	9	9	9	9

Tabela 2.4 Definições e referências para os estímulos avaliados pelos provadores durante o teste tempo-intensidade

Parâmetros	Definições	Referências
Gosto doce	Descreve o gosto primário produzido por substâncias doces	Fraco: Nenhum / Forte: Chocolate ao leite marca Hershey's
Gosto amargo	Descreve o gosto primário produzido por substâncias amargas	Fraco: Nenhum / Forte: Chocolate amargo cacau 50% marca Garoto
Sabor de chocolate	Sabor característico de chocolate do tipo ao leite	Fraco: Nenhum / Forte: Chocolate ao leite marca Nestlé
Derretimento na boca	Tempo necessário para dissolução da amostra na boca antes da ingestão	Fraco: Nenhum / Forte: Chocolate extra cremoso ao leite marca Hershey's

Baseado nos resultados de $pF_{amostra}$ e $pF_{repetição}$ foram selecionados 11 provadores para a realização das análises de gosto doce, gosto amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca durante 4 repetições. Os dados foram tratados estatisticamente e as tabelas com as médias referentes aos oito chocolates em relação ao tempo e intensidade máxima ocorrida

de cada estímulo, assim como a duração total e a área sob a curva, estão dispostas nas Tabelas 2.5 a 2.8.

Tabela 2.5 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo gosto doce

Amostras¹	Timax	Imax	Ttot	Area
LSA²	24,41 ^{cd}	7,02 ^a	46,55 ^d	199,99 ^a
LSU	27,02 ^b	6,34 ^{bc}	52,08 ^{abc}	180,58 ^{abc}
LRE	29,43 ^a	6,04 ^{cd}	53,82 ^{ab}	181,86 ^{abc}
LNE	23,49 ^d	6,65 ^{ab}	45,32 ^d	201,73 ^a
SSA	24,05 ^{cd}	5,48 ^e	49,84 ^c	155,68 ^d
SSU	24,28 ^{cd}	6,58 ^b	50,36 ^c	188,86 ^{ab}
SRE	25,12 ^{bcd}	6,70 ^{ab}	51,10 ^{bc}	176,98 ^{bcd}
SNE	25,73 ^{bc}	5,86 ^{de}	54,33 ^a	164,66 ^{cd}
MDS³	2,01	0,40	3,02	21,97

¹Médias seguidas por letras iguais numa mesma coluna indicam que não há diferença significativa de acordo com teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

²LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame); SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame)

³MDS – Mínima Diferença Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

A Tabela 2.5 demonstra a comparação das médias das amostras em relação à doçura e as curvas características das análises tempo-intensidade registradas para o estímulo doce são representadas graficamente na Figura 2.2. Para a construção das curvas foram utilizadas as médias dos parâmetros de cada amostra. Os resultados obtidos para os demais estímulos estão apresentados na Tabela 2.6 para sabor de chocolate e representado graficamente na Figura 2.3.

Tabela 2.6 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo sabor de chocolate

Amostras¹	Timax	Imax	Ttot	Area
LSA	23,78 ^a	6,75 ^a	48,77 ^{ab}	157,42 ^a
LSU	23,31 ^a	5,60 ^b	48,29 ^{abc}	134,79 ^{bcd}
LRE	23,84 ^a	6,36 ^a	47,12 ^{abc}	149,43 ^{ab}
LNE	25,33 ^a	5,49 ^{bc}	49,52 ^{ab}	129,69 ^{cde}
SSA	24,60 ^a	4,71 ^d	46,29 ^{bc}	116,40 ^{de}
SSU	22,91 ^a	5,04 ^{cd}	49,93 ^a	123,48 ^{cde}
SRE	24,89 ^a	5,46 ^{bc}	50,28 ^a	136,77 ^{bc}
SNE	23,13 ^a	4,85 ^d	44,78 ^c	114,58 ^e
MDS²	2,46	0,53	3,59	19,36

¹Médias seguidas por letras iguais numa mesma coluna indicam que não há diferença significativa de acordo com teste de Tukey (($p \leq 0,05$))

²MDS – Mínima Diferença Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

Caracterizando o gosto amargo e o derretimento na boca, têm-se os resultados apontados nas Tabelas 2.7 e 2.8 respectivamente. Suas representações gráficas encontram-se nas Figuras 2.4 e 2.5.

Tabela 2.7 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo gosto amargo

Amostras¹	Timax	Imax	Ttot	Area
LSA	23,52 ^b	2,24 ^e	45,88 ^d	69,74 ^d
LSU	27,07 ^a	3,02 ^d	46,01 ^d	74,83 ^d
LRE	25,77 ^{ab}	4,30 ^c	50,79 ^b	123,36 ^{bc}
LNE	27,50 ^a	3,33 ^d	50,30 ^{bc}	78,41 ^d
SSA	25,36 ^{ab}	4,09 ^c	48,51 ^{bcd}	119,79 ^c
SSU	23,22 ^b	5,12 ^b	47,39 ^{cd}	146,58 ^b
SRE	23,99 ^b	6,29 ^a	54,20 ^a	208,54 ^a
SNE	19,74 ^c	6,50 ^a	54,87 ^a	221,79 ^a
MDS²	2,97	0,64	2,97	24,96

¹Médias seguidas por letras iguais numa mesma coluna indicam que não há diferença significativa conforme teste de Tukey (($p \leq 0,05$))

²MDS – Mínima Diferença Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

Tabela 2.8 Resultados dos parâmetros obtidos pelos oito chocolates na análise tempo-intensidade em relação ao atributo derretimento na boca

Amostras ¹	Timax	Imax	Ttot	Area
LSA	34,68 ^b	8,30 ^a	44,27 ^{ab}	136,05 ^{ab}
LSU	36,70 ^{ab}	7,50 ^{abc}	46,83 ^{ab}	139,47 ^{ab}
LRE	35,96 ^b	7,82 ^{ab}	42,97 ^b	141,65 ^{ab}
LNE	37,37 ^{ab}	7,83 ^{ab}	46,04 ^{ab}	153,93 ^a
SSA	34,86 ^b	6,36 ^d	43,89 ^{ab}	117,99 ^b
SSU	38,42 ^{ab}	7,27 ^{bc}	48,41 ^a	132,64 ^{ab}
SRE	39,51 ^a	6,86 ^{cd}	46,50 ^{ab}	138,79 ^{ab}
SNE	37,84 ^{ab}	6,85 ^{cd}	47,71 ^{ab}	129,62 ^{ab}
MDS ²	4,25	0,81	4,94	29,43

¹Médias seguidas por letras iguais numa mesma coluna indicam que não há diferença significativa de acordo com teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

²MDS – Mínima Diferença Significativa obtida no teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2.2 Curvas tempo-intensidade características do estímulo doce para as oito amostras de chocolates.

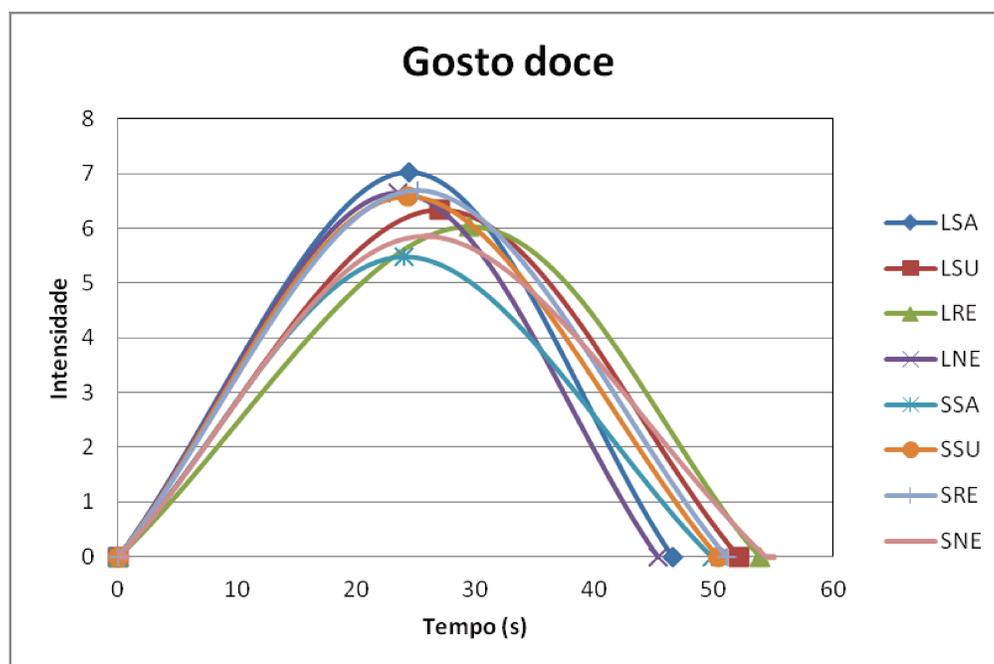


Figura 2.3 Curvas tempo-intensidade características do sabor de chocolate para as oito amostras de chocolates.

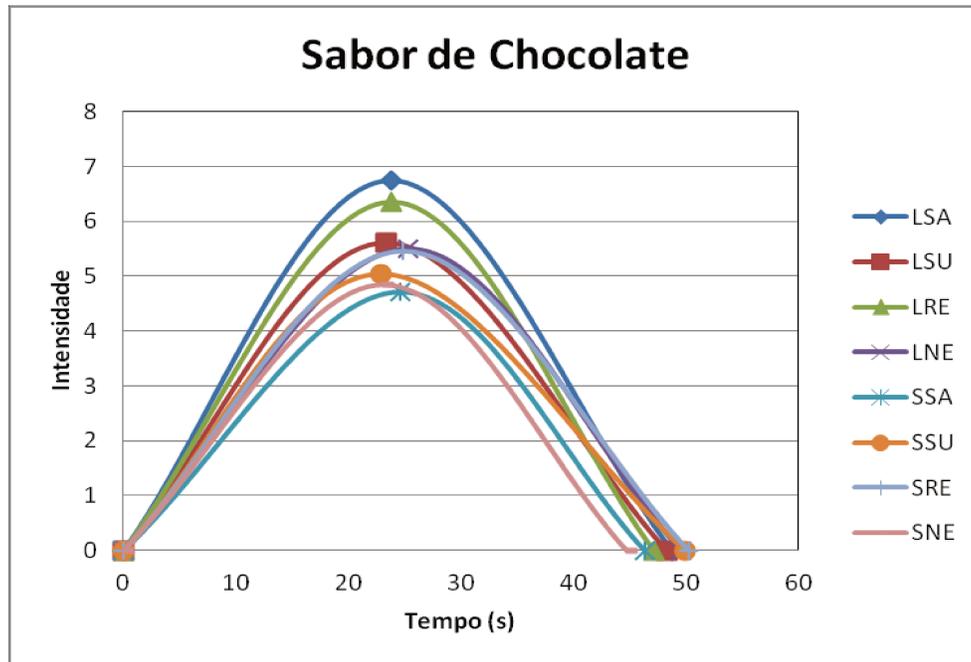


Figura 2.4 Curvas tempo-intensidade características do estímulo amargo para as oito amostras de chocolates.

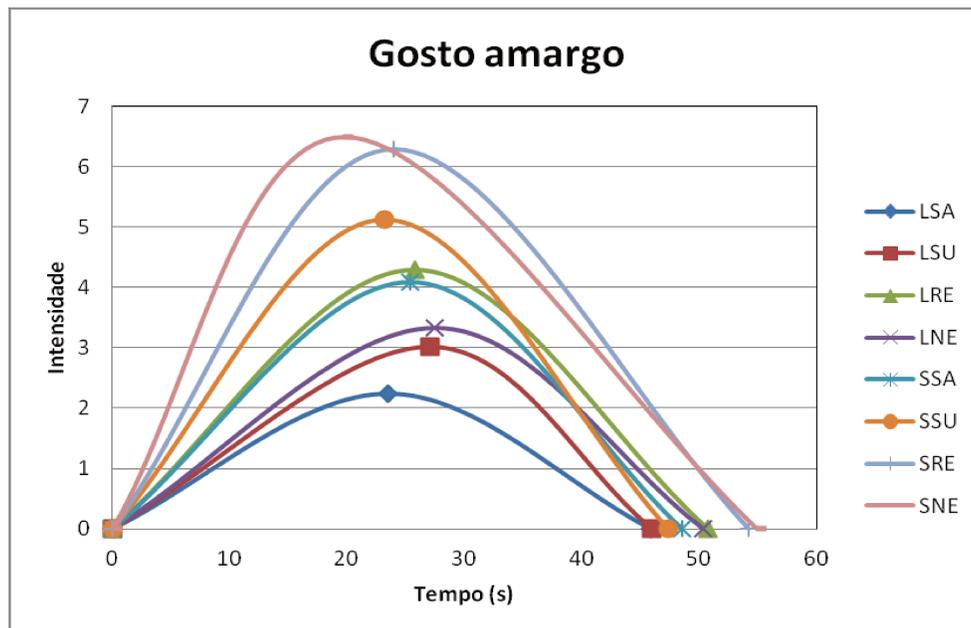
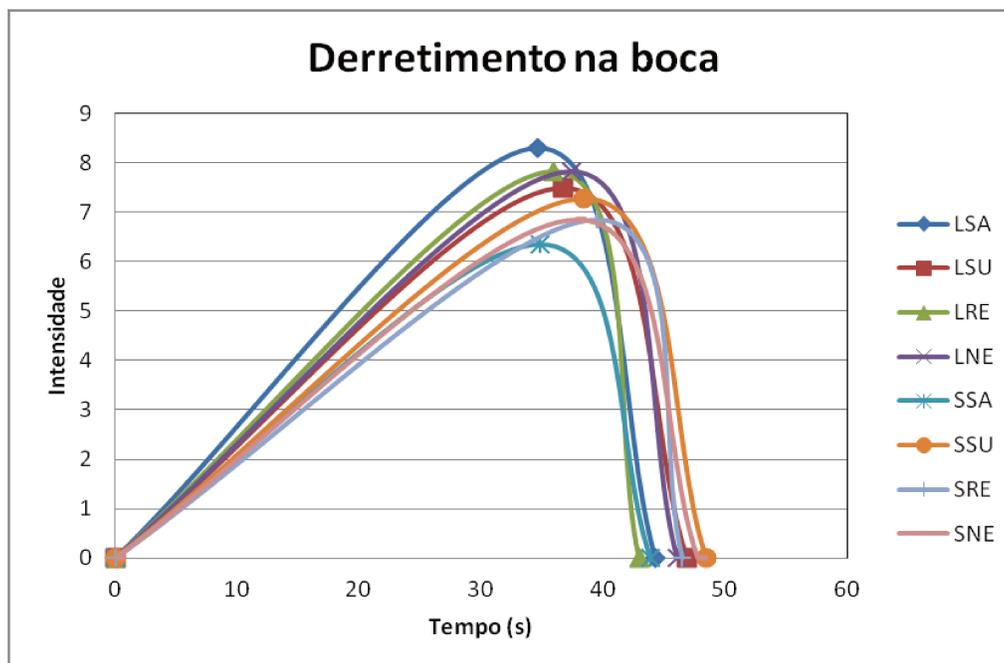


Figura 2.5 Curvas tempo-intensidade características do derretimento na boca para as oito amostras de chocolates.



A análise de variância (ANOVA) para doce gosto e derretimento na boca mostrou que não houve diferença significativa entre todas as amostras de chocolates ao leite em relação ao parâmetro Área a $p \leq 0,05$ (Tabelas 2.5 e 2.8).

Analisando-se a eficiência da substituição da sacarose nos chocolates ao leite em relação ao atributo de doçura, verificou-se que houve maior semelhança entre os resultados obtidos pelo neotame, o qual não diferiu significativamente da sacarose em nenhum dos parâmetros (Tabela 2.5). Nota-se que os valores de intensidade máxima alcançados estavam entre 6,5 e 7,0 para os chocolates com neotame e sacarose, respectivamente. A mesma evidência foi constatada nos chocolates com extrato de soja (exceto para o Ttot), sendo as médias de Imax para o neotame de 5,86 e para a sacarose 5,48 (sem diferença significativa entre si a 5%).

Em relação ao sabor de chocolate, nota-se pela Tabela 2.6 que o rebaudiosídeo presente no chocolate ao leite não diferiu significativamente quando comparado com a sacarose, para todos os parâmetros analisados. Isto também é nitidamente visualizado nas curvas de LRE e LSA obtidas pela Figura 2.3. Porém para os chocolates a base de soja o edulcorante mais próximo sensorialmente da sacarose foi o neotame. Não houve diferença significativa entre todas as amostras de chocolates ao leite e a com soja em relação ao parâmetro T_{max} a $p \leq 0,05$.

Para o atributo de gosto amargo a sucralose apresentou T_{tot} e $Area$ não diferentes à sacarose para as versões ao leite (Tabela 2.7) e, em relação aos chocolates de soja, apenas o parâmetro de T_{max} não apresentou diferença significativa a $p \leq 0,05$.

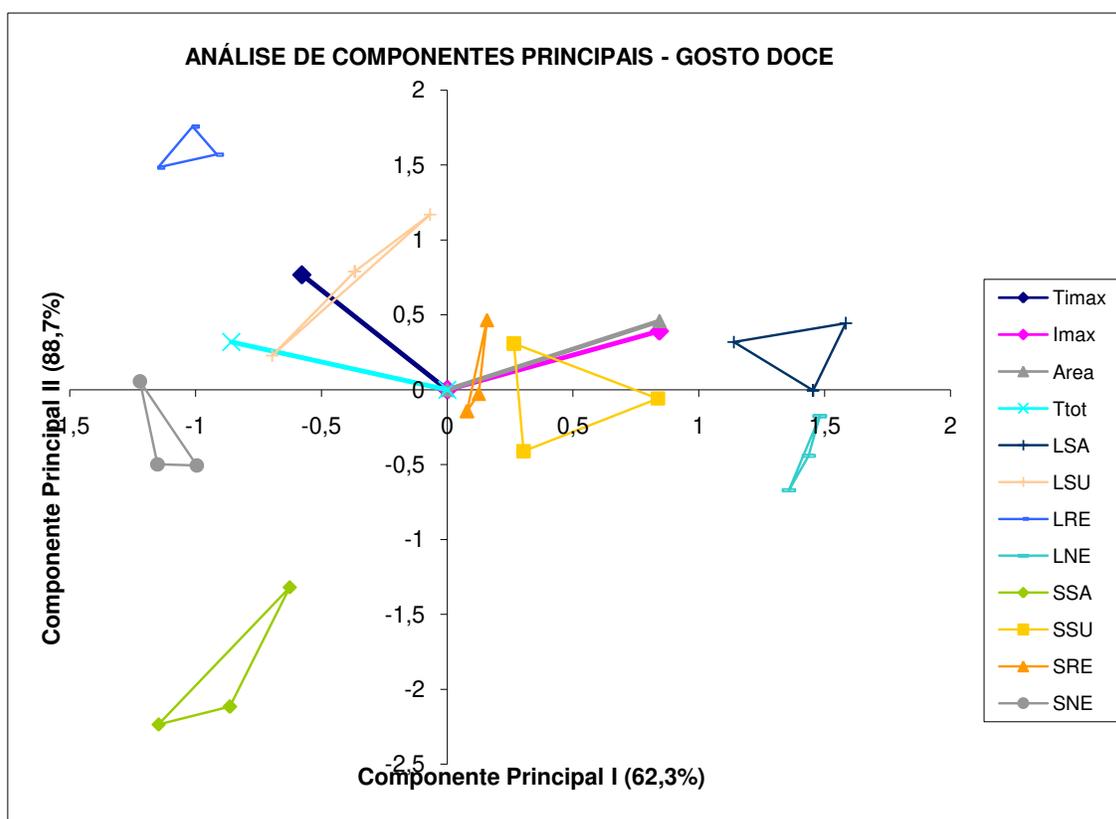
Porém a sucralose apresentou a melhor substituição em relação ao gosto amargo, visualizada pela curva presente na Figura 2.4 e pelos atributos T_{tot} e $Area$ para os chocolates ao leite e T_{max} e T_{tot} para os de soja (Tabela 2.7). As curvas de tempo-intensidade para o gosto amargo apresentaram-se mais distantes entre si, sendo este atributo importante na diferenciação entre os chocolates.

Os parâmetros $Área$ e T_{tot} não apresentaram diferença significativa à $p \leq 0,05$ entre todas as amostras de chocolates ao leite e de soja em relação ao derretimento na boca (Tabela 2.8), comparativamente à amostra controle LSA. As amostras ao leite se comportaram de forma semelhante em relação a todos os parâmetros sensoriais avaliados, caracterizando assim a eficácia na substituição do adoçante durante o tempo necessário para a dissolução do chocolate na boca antes da ingestão. Comparando-se os chocolates de soja contendo sacarose com os adoçados com neotame, não houve diferença significativa entre todos os parâmetros avaliados a $p \leq 0,05$.

A Figura 2.5 revela que todas as curvas representativas dos chocolates apresentaram-se com comportamento semelhante e pequenas variações entre si, sendo baixa a diferença entre a intensidade máxima do estímulo (de 6,3 a 8,3).

A partir dos dados coletados, para cada amostra e cada provador, foram realizadas as análises de componentes principais (ACP) para os quatro atributos, representados entre as Figuras 2.6 a 2.9.

Figura 2.6 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao gosto doce das amostras de chocolate tradicional e *diet*.

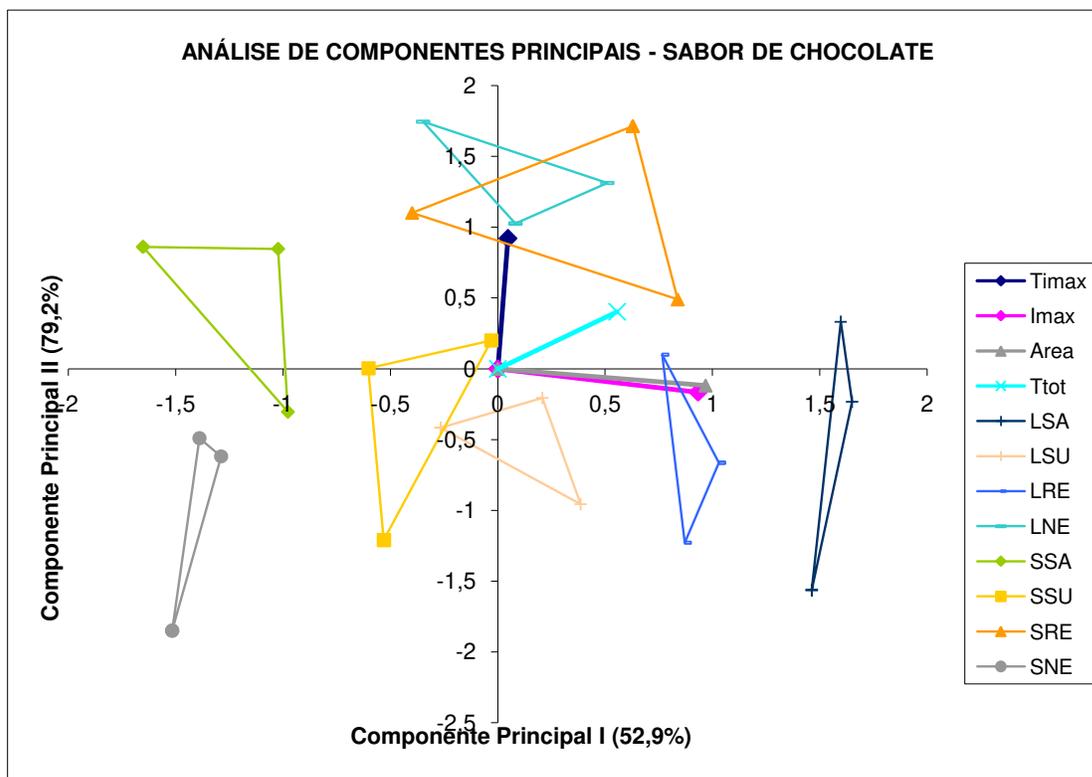


Da variação total verificada entre as amostras em relação ao **gosto doce**, 62,3% foi explicada pelo primeiro eixo (CPI), sendo que os parâmetros Imax e Area contribuíram positivamente para a variabilidade associada a este eixo. No total de variação explicada pela ACP, tem-se a porcentagem de 88,7%.

Nota-se claramente a proximidade entre os chocolates ao leite com sacarose e adoçado com neotame (LSA e LNE), ambos sendo caracterizados pelos vetores de Area e I_{max}. Similarmente ocorre a mesma associação entre os chocolates de soja (SSA e SNE), estimando assim a boa substituição da sacarose pelo neotame em chocolate de soja, em função do dulçor proporcionado aos provadores.

Porém quando se visa o desenvolvimento de um chocolate isento em açúcar e lactose o edulcorante mais semelhante possível do chocolate ao leite tradicional foi a sucralose, que se apresentou como melhor substituto, verificado pela proximidade entre os pontos representados por SSU e LSA no ACP (Figura 2.6).

Figura 2.7 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao sabor de chocolate das amostras de chocolate tradicional e *diet*.



Observou-se que 52,9% da variação ocorrida entre as amostras em relação ao **sabor de chocolate** foi explicada pelo primeiro eixo (CPI), sendo que todos os parâmetros contribuíram positivamente para a variabilidade associada a este eixo. Os atributos I_{max} e Área foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada a este eixo (Figura 2.7).

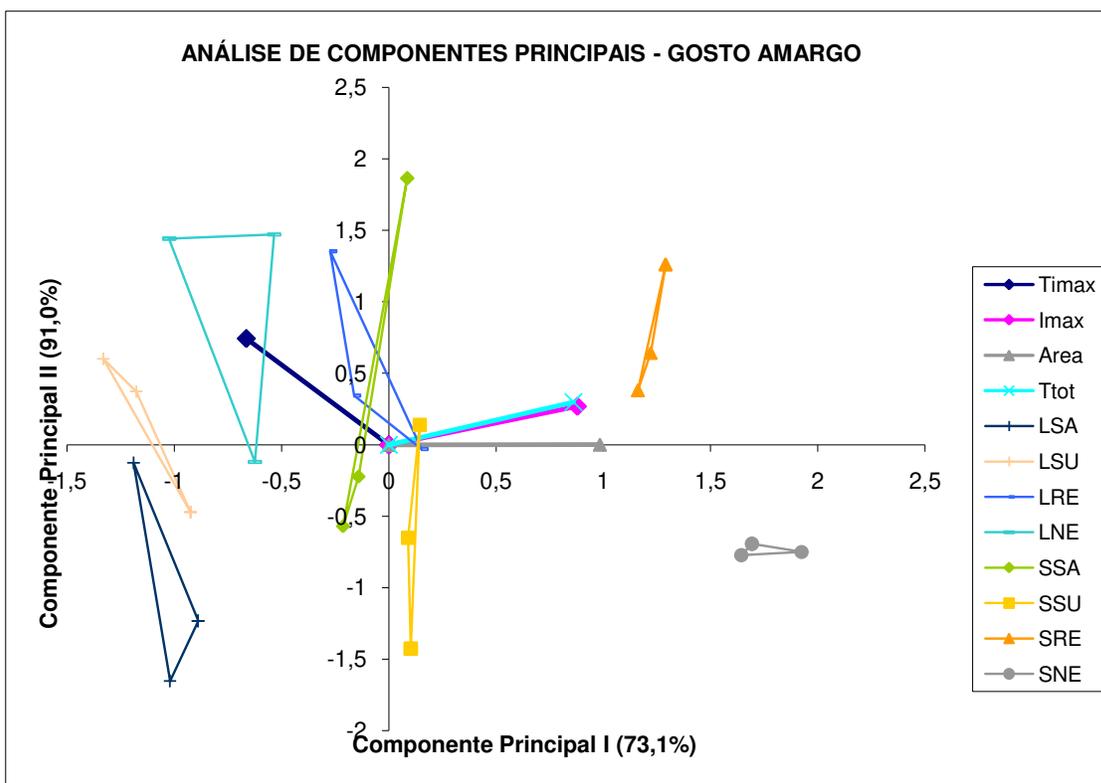
O atributo T_{max} foi o que maior contribuiu de forma positiva ao segundo eixo (CPII), com porcentagem de 26,3%.

Similarmente com o que ocorreu para o estímulo doce, em relação ao sabor de chocolate houve proximidade do neotame com a sacarose nos chocolates de soja (SSA e SNE), além do edulcorante sucralose (SSU). Porém para os chocolates ao leite, a proximidade se mostrou entre o chocolate com sacarose e o adoçado com rebaudiosídeo (LSA e LRE), ambos sendo caracterizados pelos vetores de Área e I_{max}.

Em relação a sucralose foi observado que em ambos os chocolates os quais este edulcorante estava presente houve comportamento similar (SSU e LSU).

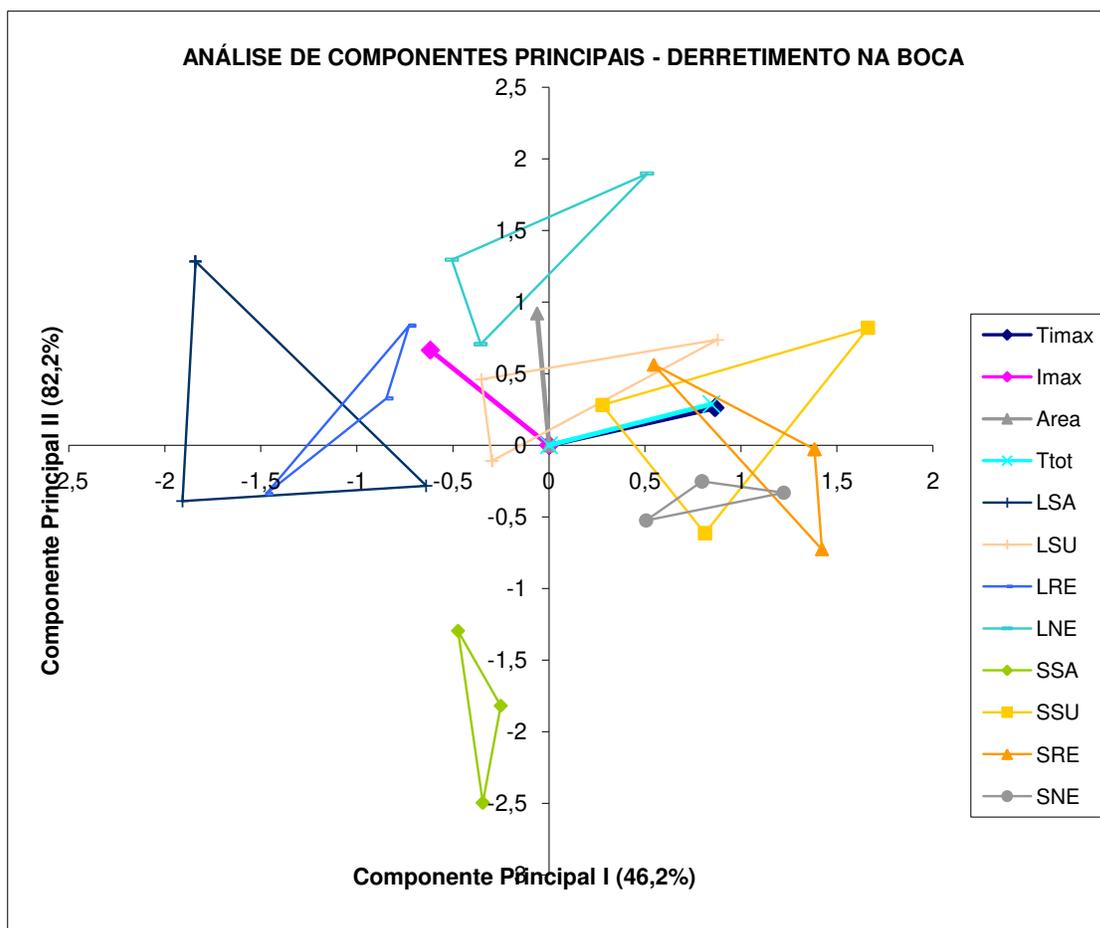
Considerando os chocolates lácteos, o edulcorante rebaudiosídeo ilustrado na figura de ACP para sabor de chocolate foi o mais semelhante à sacarose, sendo ambos caracterizados pelos vetores representados por I_{max} e Área.

Figura 2.8 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao gosto amargo das amostras de chocolate tradicional e *diet*.



Observou-se uma nítida separação entre os chocolates ao leite, localizados na parte negativa do eixo I, representado por 73,1% de toda a variação explicada pela Figura 2.8. Enquanto isso, os chocolates de soja se distinguiram por permanecerem do lado positivo do gráfico, quadrante este caracterizado pela presença do vetor de intensidade máxima de gosto amargo. A substituição da sacarose se mostrou mais efetiva para a sucralose, apresentada próxima ao chocolate tradicional (LSA e LSU).

Figura 2.9 Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade relacionado ao derretimento das amostras de chocolate tradicional e *diet* na boca.



Os chocolates de soja *diet* foram caracterizados pelo vetor Timax e Ttot, o que revela o maior tempo decorrido entre a introdução do produto na boca até seu máximo derretimento (Figura 2.9). A variabilidade associada aos dois eixos foi de 82,2% e observou-se proximidade entre as amostras ao leite, representadas pelo vetor Imax.

A análise múltipla tempo-intensidade representou os quatro parâmetros (gosto doce, gosto amargo, sabor de chocolate e derretimento na boca) simultaneamente, verificados em função do tempo. Primeiramente foram avaliados os chocolates ao leite (Figuras 2.10 a 2.13) e, posteriormente, os chocolates isentos de lactose, representados pelas Figuras 2.14, 2.15, 2.16 e 2.17.

Figura 2.10 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com sacarose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.

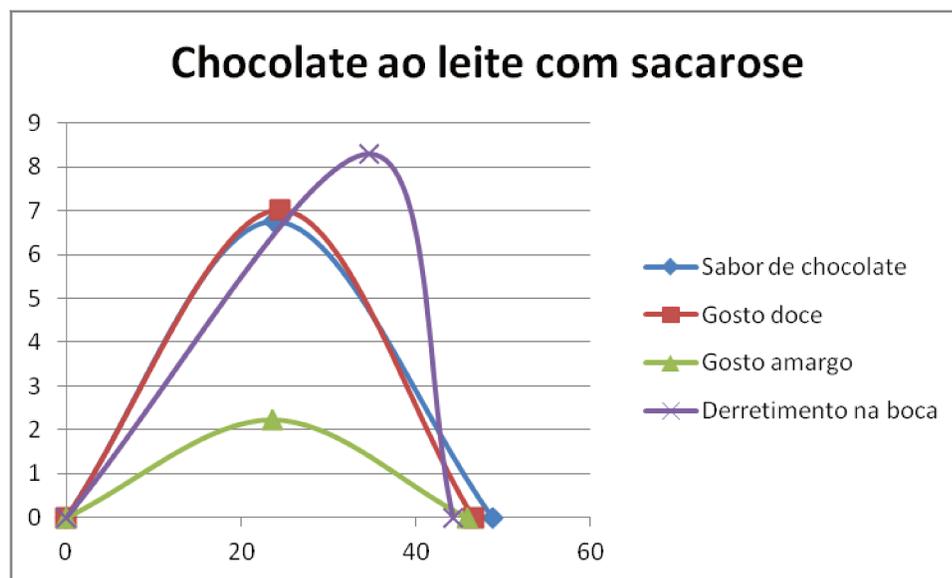


Figura 2.11 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com sucralose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.

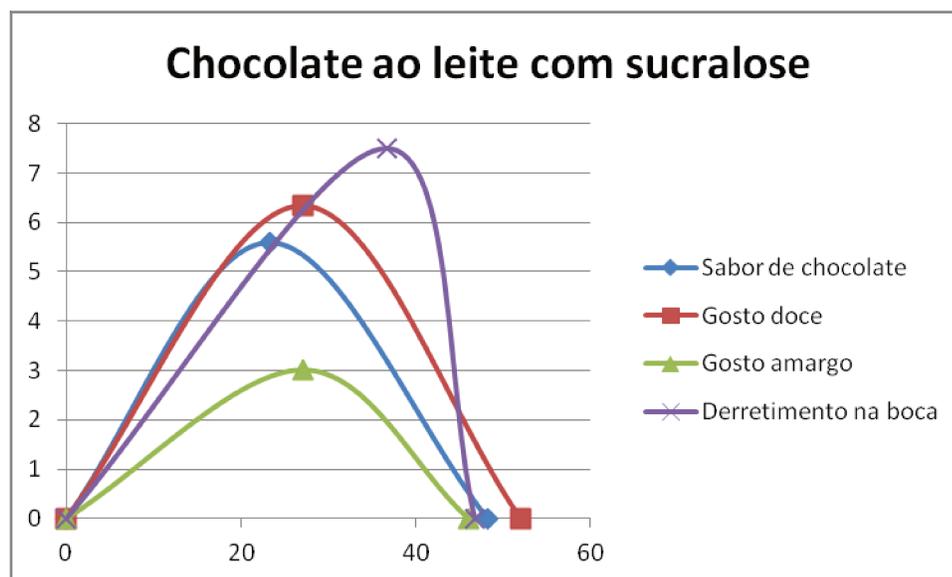
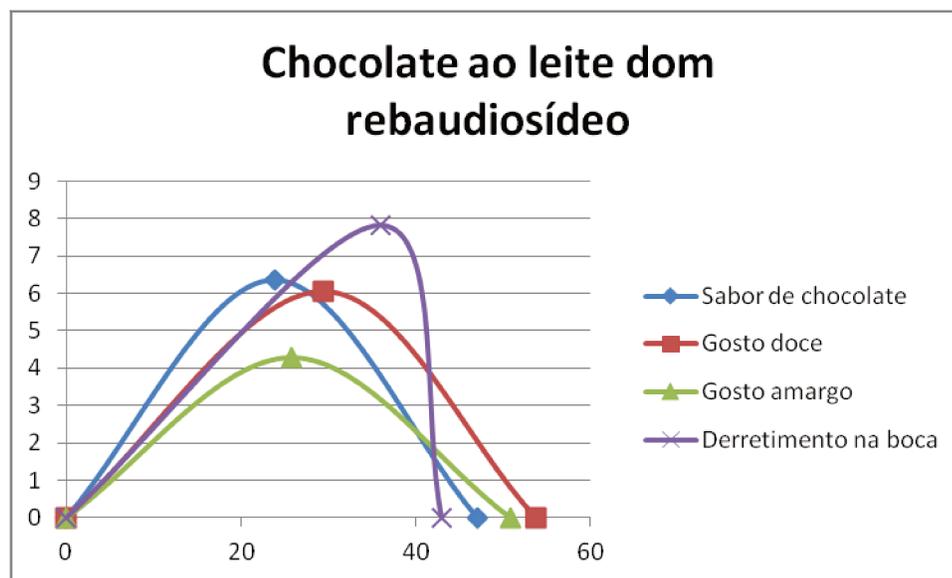
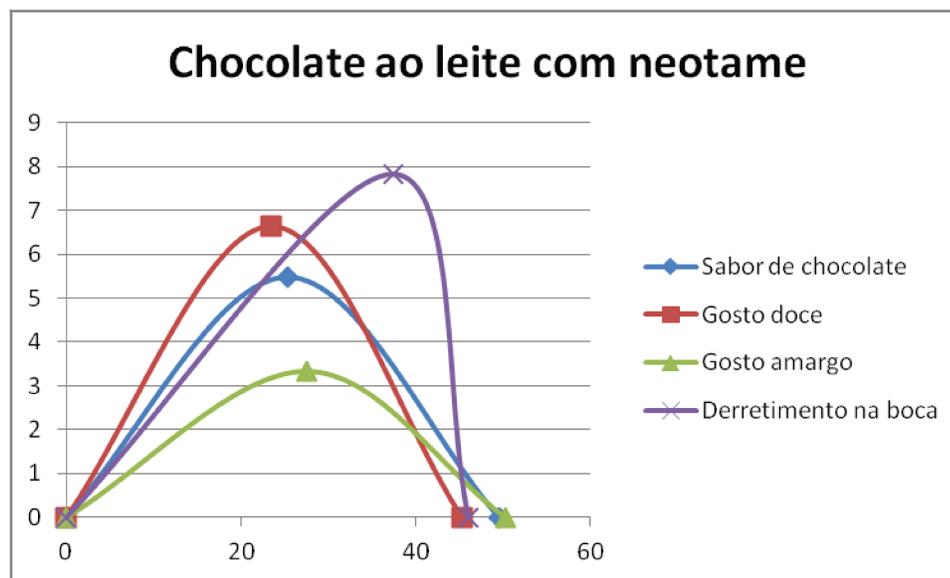


Figura 2.12 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com rebaudiosídeo em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.



Através dos resultados observados pela visualização das Figuras 2.10 a 2.17, contemplando as análises múltiplas tempo-intensidade, verificou-se que os estímulos gosto doce e sabor de chocolate possuem comportamento similar em função do tempo, proporcionando a sensação desejada neste tipo de produto.

Figura 2.13 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate ao leite com neotame em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.



Por outro lado, o amargor possui um perfil pouco acentuado em relação aos demais estímulos, visualizado claramente nos chocolates ao leite (Figuras 2.10 a 2.13). Isso contribui para atender às expectativas deste produto, como gosto doce e sabor de chocolate acentuados e baixo gosto amargo associado.

Já para os chocolates a base de soja o comportamento foi alterado, sendo caracterizado pelo amargor (Figuras 2.14 a 2.17).

Figura 2.14 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com sacarose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.

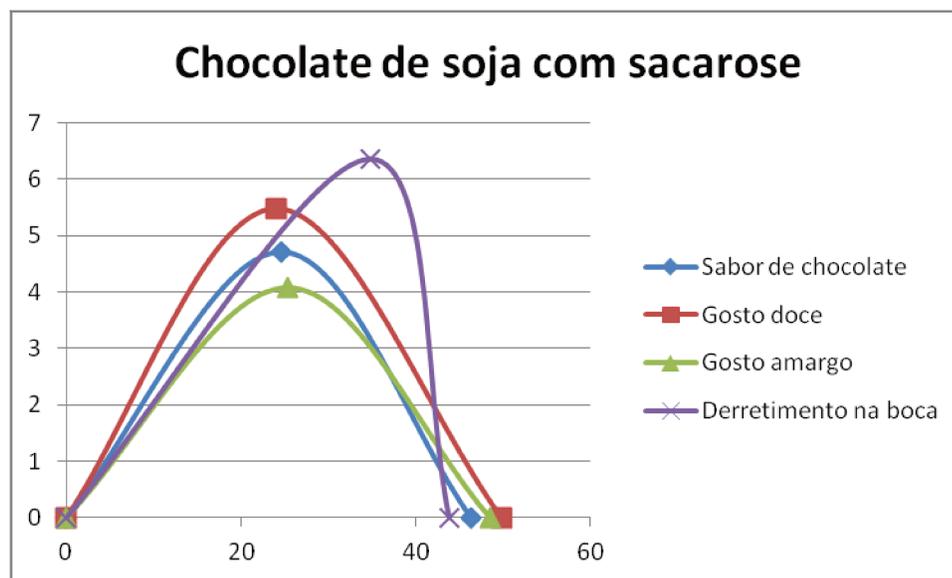


Figura 2.15 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com sucralose em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.

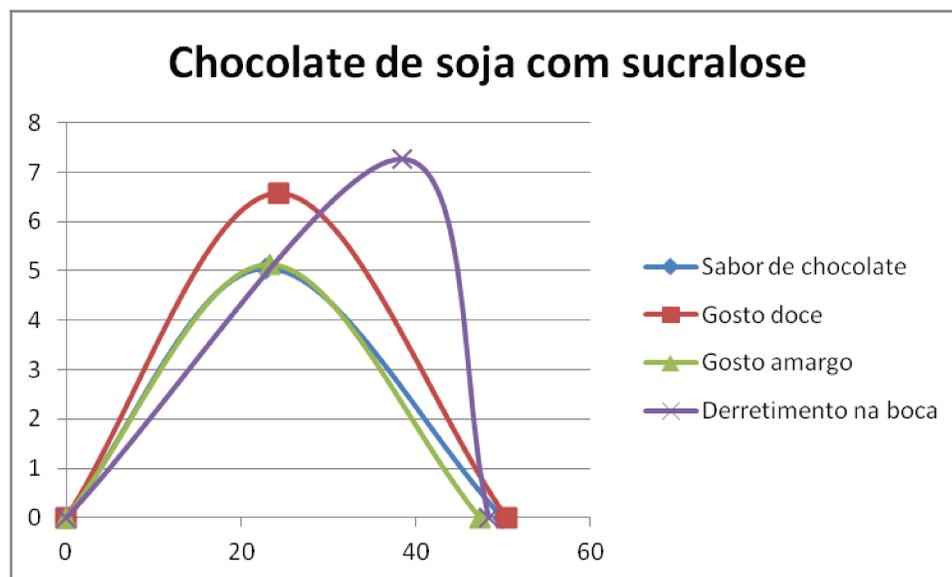


Figura 2.16 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com rebaudiosídeo em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.

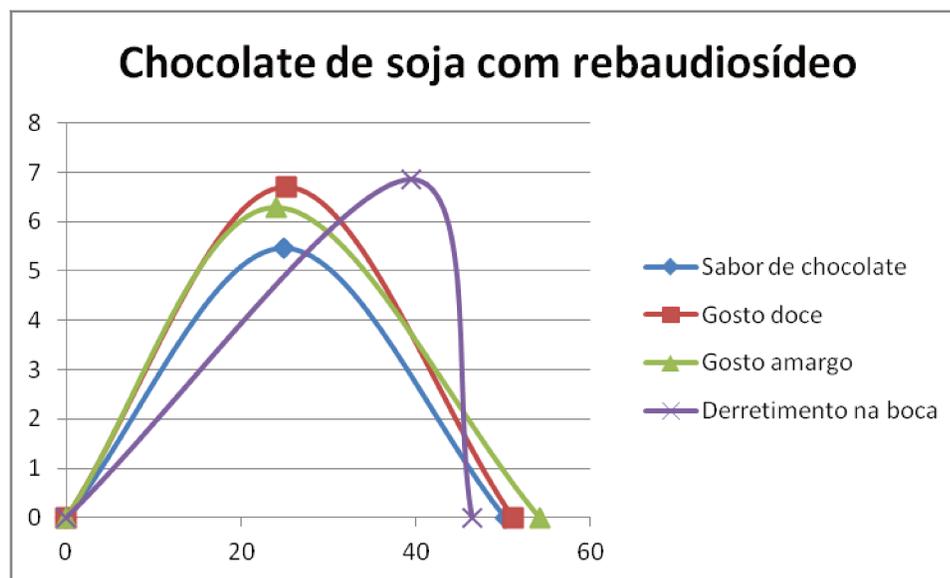
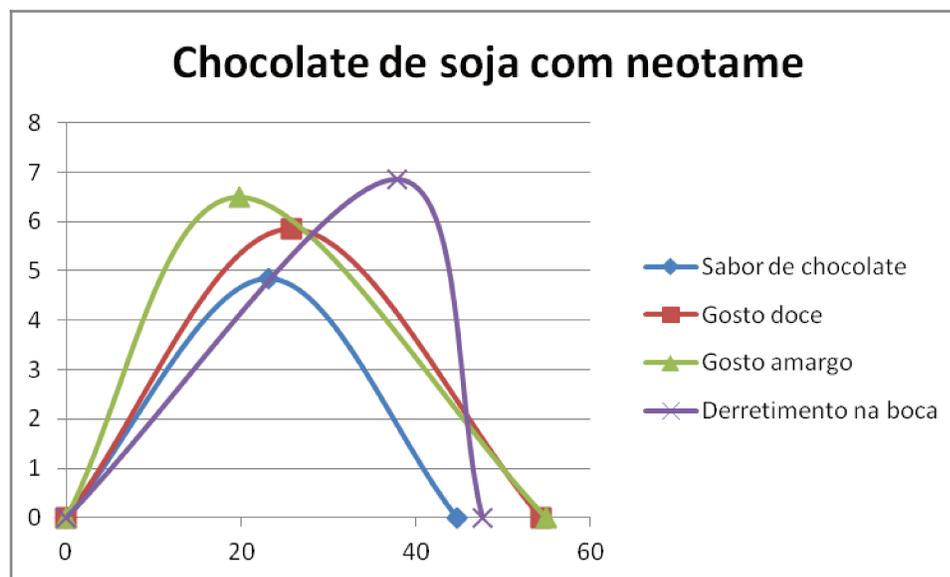


Figura 2.17 Representação da análise Múltipla tempo-intensidade para o chocolate de soja com neotame em relação aos parâmetros de sabor de chocolate, doçura, amargor e derretimento na boca.



Além disso, para o chocolate com rebaudiosídeo, o gosto amargo ultrapassa o sabor de chocolate (Figura 2.16) e para a substituição contendo neotame o gosto doce e sabor de chocolate foram superados pelo gosto amargo (Figura 2.17).

O tempo Timax relacionado ao derretimento na boca se inicia após os picos de intensidade máxima dos demais estímulos, apresentando uma curva inclinada à direita. Satisfatoriamente os chocolates de soja mantiveram perfis semelhantes aos chocolates ao leite, gerando assim resultados positivos em relação a substituição deste ingrediente com função de fornecer cremosidade e auxiliar no derretimento durante a mastigação.

Tabela 2.9 Valor calórico dos chocolates ao leite tradicional e com edulcorantes (sucralose, rebaudiosídeo e neotame)

Ingredientes	LSA¹	LSU	LRE	LNE
Sacarose	172,00	-	-	-
Manteiga de cacau	191,70	191,70	191,70	191,70
Líquor de cacau	76,58	76,58	76,58	76,58
Leite integral	59,52	59,52	59,52	59,52
Leite desnatado	32,13	32,13	32,13	32,13
Lecitina de soja	3,50	3,50	3,50	3,50
PGPR	1,70	1,70	1,70	1,70
Aroma vanila	-	-	-	-
Polidextrose	-	17,00	17,00	17,00
Eritritol	-	5,20	5,20	5,20
Sucralose	-	-	-	-
Rebaudiosídeo	-	-	-	-
Neotame	-	-	-	-
Valor calórico (kcal/100g)	537,13	387,33	387,33	387,33
Redução calórica (%)	-	27,89	27,89	27,89

¹ LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame)

Além da alegação *diet* proposta aos chocolates formulados sem sacarose, os chocolates foram considerados alimentos *light*, pois apresentaram redução calórica maior que 25% em relação à versão tradicional (Tabela 2.9). Os valores calóricos dos chocolates formulados foram determinados teoricamente, baseado nas formulações de cada amostra, segundo a legislação SVS/MS nº27 de 13/01/1998.

No caso dos chocolates *diet* e isentos em lactose a alegação *light* também foi comprovada teoricamente (Tabela 2.10), sendo as porcentagens de redução calórica em torno de 29%.

Tabela 2.10 Valor calórico dos chocolates de soja tradicional e com edulcorantes (sucralose, rebaudiosídeo e neotame)

Ingredientes	SSA¹	SSU	SRE	SNE
Sacarose	172,00	-	-	-
Manteiga de cacau	200,70	200,70	200,70	200,70
Líquor de cacau	76,58	76,58	76,58	76,58
Extrato de soja	93,40	78,37	78,37	78,37
Lecitina de soja	3,50	3,50	3,50	3,50
PGPR	1,70	1,70	1,70	1,70
Aroma	-	-	-	-
Polidextrose	-	21,20	21,20	21,20
Eritritol	-	5,20	5,20	5,20
Sucralose	-	-	-	-
Rebaudiosídeo	-	-	-	-
Neotame	-	-	-	-
Valor calórico (kcal/100g)	547,88	387,25	387,25	387,25
Redução calórica (%)	-	29,32	29,32	29,32

¹ SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame)

4 CONCLUSÃO

Através da determinação teórica da redução calórica dos chocolates ao leite e com soja conclui-se que, além das pessoas que possuem intolerância à lactose, alergia às proteínas do leite e diabéticos, a população que apresenta problemas relacionados a excesso de peso ou obesidade, podem ter este produto *diet/light* como alternativa na dieta alimentar.

A sucralose evidenciou comportamento semelhante nos chocolates ao leite e de soja, sendo o edulcorante com menor intensidade de amargor.

O neotame apresentou resultados bem distintos comparativamente entre os chocolates ao leite e os de soja, sendo que o perfil amargo ultrapassou os estímulos de gosto doce e sabor de chocolate nas amostras contendo extrato de soja. Porém nos chocolates ao leite, o neotame acarretou em estímulos sensoriais significativamente semelhante aos adoçados com sacarose.

Tratando-se do rebaudiosídeo, nota-se um incremento na intensidade de amargor em relação ao chocolate tradicional e deslocamento da curva de doçura em relação ao sabor de chocolate. Verifica-se uma intensificação no sabor de chocolate nas amostras ao leite.

A manutenção do perfil dos chocolates de soja em relação ao derretimento na boca proporcionou resultados satisfatórios, visando à substituição do leite para pessoas alérgicas ou intolerantes, ainda considerando a cremosidade e auxiliando no derretimento durante a mastigação.

REFERÊNCIAS

BOLINI, H.M.A. Programa TIAFT – **Time-Intensity Analysis of Flavors and Tastes**. INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico referente à Informação Nutricional Complementar**. Portaria SVS/MS 27, 13 jan 1998.

CASTRO, A.G.P.; FRANCO, L.J. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.46, n.3, p.280-287, 2002.

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica e Tecnologia Alimentar**, v.31, n.12, p.165-178, 1991.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ªed, Coleção Exatas. 2011. 426p.

GOMES, C. R.; VISSOTTO, F.Z.; FADINI, A.L.; FARIA, E.V.; LUIZ, A.M. Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates diet em sacarose e light em calorias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.614-623, 2007.

MINIFIE, B.W. **Chocolate, cocoa and confectionary: science and technology**. 3rd ed. New York: Chapman & Hall. 1989. 904 p.

MORI, E.E.M. Análise sensorial de adoçantes e edulcorantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.12, n.2, p.101-15, 1992.

PALAZZO, A.B.; BOLINI, H.M.A. Multiple time-intensity analysis and acceptance of raspberry flavored gelatin. **Journal of Sensory Studies**, v.24, p.648-663, 2009.

PEREIRA, L.O.; FRANCISCHI, R.P.; LANCHI, A.H. Obesidade: Hábitos nutricionais, sedentarismo e resistência à insulina. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabólica**, v.47, n.2, 2003.

PEREIRA, D.F.; FURLAN, S.A. Prevalência de intolerância à lactose em função da faixa etária e do sexo: experiência do Laboratório Dona Francisco, Joinville (SC). **Health and Environment Journal**, v.5, n.1, p.24-30, 2004.

SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2003. Versão 9.1.3 Service Pack 3. SAS Institute Inc. 2002-2003. Cary, NC, USA.

ARTIGO 3.

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO E
DETERMINAÇÕES INSTRUMENTAIS DE CHOCOLATES DE SOJA E AO LEITE
UTILIZANDO DIFERENTES EDULCORANTES**

RESUMO

A implementação de alta tecnologia no processamento de alimentos é uma prática cada vez mais constante no processo de inovação no mercado nacional e internacional. Perante esse processo de melhoria contínua, a utilização de correlações entre dados instrumentais com resultados sensoriais permite a tomada de decisões com maior praticidade, redução de tempo e custo para as indústrias. Porém, essas correlações devem ser determinadas especificamente para cada produto, onde variações perceptivas acarretam em aceitação ou total rejeição de um alimento. Além disso, a aceitabilidade deve ser realizada exclusivamente por consumidores potenciais representativos do público alvo em questão. A aplicação de métodos instrumentais em etapas do processamento de chocolates auxilia no controle da qualidade dos mesmos, os quais podem ser exemplificados pela medida do tamanho de partículas na etapa de refino, parâmetros de textura e viscosidade do produto final, assegurando a padronização durante o consumo final. Tendo em vista este panorama, foi conduzida uma Análise Descritiva Quantitativa com as oito amostras de chocolate ao leite e com extrato de soja (adoçadas com sacarose, sucralose, rebaudiosídeo e neotame). A equipe sensorial treinada foi composta por 11 provadores, que levantaram os próprios termos descritores, referências de mínimo e máximo para cada atributo e realizaram os testes em triplicata. Utilizou-se escala não estruturada de 9cm como ferramenta para caracterizar os 17 atributos levantados pela equipe, em diferentes sessões. Todos os dados foram coletados e tratados estatisticamente com auxílio do software FIZZ. Correlacionou-se os resultados obtidos através da análise descritiva com os dados de viscosidade e textura, além de dados de impressão global avaliados por 113 consumidores, originando comparativos como o mapa de preferência e PLS. Todos os chocolates ao leite diet foram alocados em mesmo quadrante na Análise de Componentes Principais (ACP), sendo caracterizados por atributos de gosto doce e sabor de leite, enquanto o chocolate com sacarose por brilho e homogeneidade. Os resultados apontaram que os chocolates formulados com soja contendo os edulcorantes sucralose e rebaudiosídeo obtiveram 70% de semelhança em relação ao chocolate tradicional (sacarose), sendo alocados no mesmo quadrante na ACP, apenas diferindo significativamente em relação aos atributos de cor marrom, doçura e amargor residuais. Ainda para a sucralose os termos de aroma de leite e

gosto doce diferiram do tradicional, enquanto para o rebaudiosídeo foram o sabor de cacau e gosto amargo, totalizando 5 termos descritores diferentes entre 17 analisados. Para o neotame este valor foi de 9 atributos diferentes significativamente, caracterizados por arenosidade e amargor residual, alocado distante da amostra com sacarose. Dessa forma, verifica-se uma substituição da sacarose nos chocolates de soja satisfatória, inclusive com o uso do eritritol como agente de corpo.

1 INTRODUÇÃO

A maioria das populações, inclusive a brasileira, é composta por indivíduos que apresentam perda progressiva da capacidade de absorção da lactose após o desmame. Esses indivíduos apresentam problemas relacionados ao sistema digestivo de grau variável após a ingestão de leite ou de seus derivados, considerados como fontes importantes de cálcio e proteína com alto valor biológico (PEREIRA; FURLAN, 2004). Baseados nestas evidências, diferentes estudos são desenvolvidos buscando dados sobre sua prevalência, causas, controle e tratamento, além de opções de alimentos voltados a esse público específico.

Além disso, a *American Dietetic Association* (ADA) demonstrou sua preocupação mundial em relação à ingestão dos açúcares adicionados aos alimentos e bebidas, os quais apresentam evidências clínicas diretas com problemas de obesidade, cárie dentária e o efeito da frutose no aumento de triglicerídeos (DUTCOSKY, 2011).

O extrato de soja em pó constitui fonte de proteínas e pode ser usado como alimento ou como ingrediente para a elaboração de alimentos (BRASIL, 1978).

Um estudo realizado com 11 homens entre 19 e 24 anos na Universidade do Vale do Rio dos Sinos, em São Leopoldo, RS, teve como resultado uma redução de 30% na oxidação lipídica. Todos os voluntários consumiram chocolate com recheio de soja durante duas semanas, ingerindo um grama de chocolate por quilo de peso diariamente. Os resultados mostram que o consumo de chocolate associado à soja ajuda a retardar o envelhecimento e a evitar doenças do coração, um efeito semelhante ao já constatado com vinho tinto, suco de uva e soja (DIAS, 2005).

A qualidade sensorial de um produto alimentício deve ser determinada através de testes sensoriais e nenhum outro instrumento, ou combinação deste, pode substituir totalmente a percepção pelos sentidos humanos. Sendo assim, algumas correlações entre medidas sensoriais e instrumentais são utilizadas para que o uso de instrumentos possa controlar a qualidade de um alimento, ou até mesmo estimar a vida-de-prateleira de um produto (DUTCOSKY, 2011).

Assim como ocorre com a determinação de sabor em alimentos, a análise sensorial é a melhor técnica para se avaliar a textura de um produto. Entretanto, a realização de testes

sensoriais com equipes pode ter alto custo e demandar muito tempo. Assim, os fabricantes de produtos alimentícios ao substituir determinado ingrediente na formulação de um alimento podem utilizar técnicas analíticas para avaliar várias amostras com alto grau de reprodutibilidade. Nos chocolates destaca-se a análise de textura como uma característica importante e facilmente determinada por instrumentos de medida como texturômetros (BECKETT, 2000).

Tendo em vista a importância e preocupação mundial em evitar problemas desenvolvidos por ingestão de alimentos com alto teor de açúcar e a necessidade das pessoas intolerantes a lactose em obter alternativas à sua alimentação, este trabalho visa caracterizar sensorial e instrumentalmente chocolates ao leite e de soja com três diferentes edulcorantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O processamento dos chocolates foi realizado nas instalações do Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolates (ITAL/Campinas/Brasil). As análises sensoriais foram conduzidas no Departamento de Alimentos e Nutrição (DEPAN), dentro da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP).

2.1 Matéria-prima para formulação dos chocolates em barra

Foram utilizados os ingredientes relacionados na Tabela 3.1 para a formulação dos chocolates em barra ao leite com sacarose, de soja com sacarose, ao leite *diet* e de soja *diet*. Os ingredientes selecionados para as formulações foram: açúcar moído sacarose (União, Nova América S.A.), manteiga de cacau desodorizada (Barry Callebaut, Brasil), *líquor* de cacau (Barry Callebaut, Brasil), leite em pó integral (La Sereníssima, Mastellone Hnos S.A.), leite em pó desnatado (La Sereníssima, Mastellone Hnos S.A.), lecitina de soja líquida (Solec SH, Solae), PGPR (Poliglicerol Polirricinoleato de Glicerila 90, Danisco), aroma artificial de baunilha (Ottens Flavors), extrato de soja Provesol PC (Olivebra), sucralose (SPLENDA Micronized Powder, Johnson and Johnson), rebaudiosídeo (Enliten® 300000, Corn Products), neotame (SweetMix), polidextrose (Litesse®, Danisco) e eritritol (Zerose 16961, Cargill).

Tabela 3.1 Ingredientes e suas porcentagens para formulação do chocolate em barra ao leite e com extrato de soja tradicional (com sacarose) e *diet* (contendo sucralose, rebaudiosídeo ou neotame).

Ingredientes (%)	LSA¹	LSU	LRE	LNE	SSA	SSU	SRE	SNE
Sacarose	43,00	-	-	-	43,00	-	-	-
Manteiga de cacau	21,30	21,30	21,30	21,30	22,30	22,30	22,30	22,30
Líquor de cacau	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Leite integral	12,00	12,00	12,00	12,00	-	-	-	-
Leite desnatado	9,00	9,00	9,00	9,00	-	-	-	-
Lecitina de soja	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
PGPR ²	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Aroma vanila	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Extrato de soja	-	-	-	-	20,00	15,80	15,80	15,80
Sucralose	-	0,075	-	-	-	0,075	-	-
Rebaudiosídeo	-	-	0,215	-	-	-	0,215	-
Neotame	-	-	-	0,005	-	-	-	0,005
Polidextrose	-	17,00	17,00	17,00	-	21,20	21,20	21,20
Eritritol	-	26,00	26,00	26,00	-	26,00	26,00	26,00

¹LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame); SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame)

² PGPR (Poliglicerol Polirricinoleato de Glicerila)

2.2 Processamento dos chocolates

A mistura dos ingredientes foi realizada em misturador planetário *Kitchen Aid*, modelo K5SS, com capacidade para 5L (Kitchen-Aid, St. Joseph, MI). Inicialmente foram misturados os ingredientes em pó, e em seguida o *líquor* de cacau e parte da manteiga de cacau, ambos fundidos. O teor total de gordura da massa nessa etapa foi mantido em aproximadamente 25%, visando a obtenção de uma massa de consistência plástica, adequada para o refino.

O refino da massa foi realizado em um único estágio em refinador *Draiswerk*, modelo GMBH (Figura 3.1), composto por 3 cilindros horizontais de aço, resfriados internamente com água a 15°C. Ajustou-se a distância entre os cilindros visando a obtenção da massa com tamanho máximo das partículas sólidas entre 20µm e 25µm (medida realizada com micrômetro digital marca *Mitutoyo*).

A conchagem foi realizada em 2 bateladas de 4kg cada. O equipamento utilizado foi um misturador planetário encamisado, marca *Inco*, modelo HTB30 com capacidade máxima de 5kg (Figura 3.2).

Figura 3.1 Refinador de 3 cilindros utilizado para o refino da massa de chocolate para todas as formulações



Figura 3.2 Misturador planetário encamisado utilizado durante a conchagem da massa de chocolate para todas as formulações



Realizou-se a etapa de temperagem manualmente, com auxílio de espátulas de inox, em ambiente com temperatura de $20,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

As temperaturas de resfriamento e re-aquecimento, bem como o tempo de pré-cristalização foram ajustados por meio do grau de temperagem, utilizando-se um termómetro, marca *Sollich*, modelo E3. O instrumento apresenta um pequeno compartimento que armazena a amostra que é imerso em água refrigerada, conectada em leitor de dados que marca a variação da temperatura em determinado intervalo de tempo. A inflexão da curva de resfriamento da amostra dependerá da temperagem realizada (MINIFIE, 1989). De acordo com o manual do equipamento, a pré-cristalização ideal (chocolate temperado adequadamente) apresenta grau de têmpera ou temperindex igual a 5.

Os chocolates foram moldados em formas de polietileno no formato de barras retangulares de 5,4cm x 12,6cm x 0,6cm, que se dividem posteriormente para as análises em 18 pedaços de 1,8cm x 2,1cm x 0,6cm cada. Após a moldagem os chocolates foram resfriados, em uma única passagem, em túnel de resfriamento *Siaht*, com 8m de comprimento dotado de compressor na posição central. Após a desmoldagem, os chocolates foram embalados em papel alumínio e armazenados em câmara a 23°C , durante 15 dias, previamente à determinação instrumental da textura e à realização da análise sensorial, para permitir a máxima cristalização da manteiga de cacau na forma β induzida durante a temperagem.

2.3 Determinações físico-químicas dos chocolates

2.3.1 Propriedades reológicas

Foram determinados os parâmetros de viscosidade e limite de escoamento de Casson em reômetro programável *Brookfield* modelo RVDV III+, dotado de adaptador para pequena quantidade de amostra (5-10g) (IOCCSC, 1973; VISSOTTO *et al.*, 1999) acoplado a banho termostático *Brookfield*, modelo TC 500, para manutenção da temperatura em $40^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante as leituras. O *spindle* cilíndrico S15 foi utilizado, com relação de raios dos cilindros interno e externo de 0,75. As determinações foram realizadas em triplicata.

2.3.2 Tamanho máximo das partículas

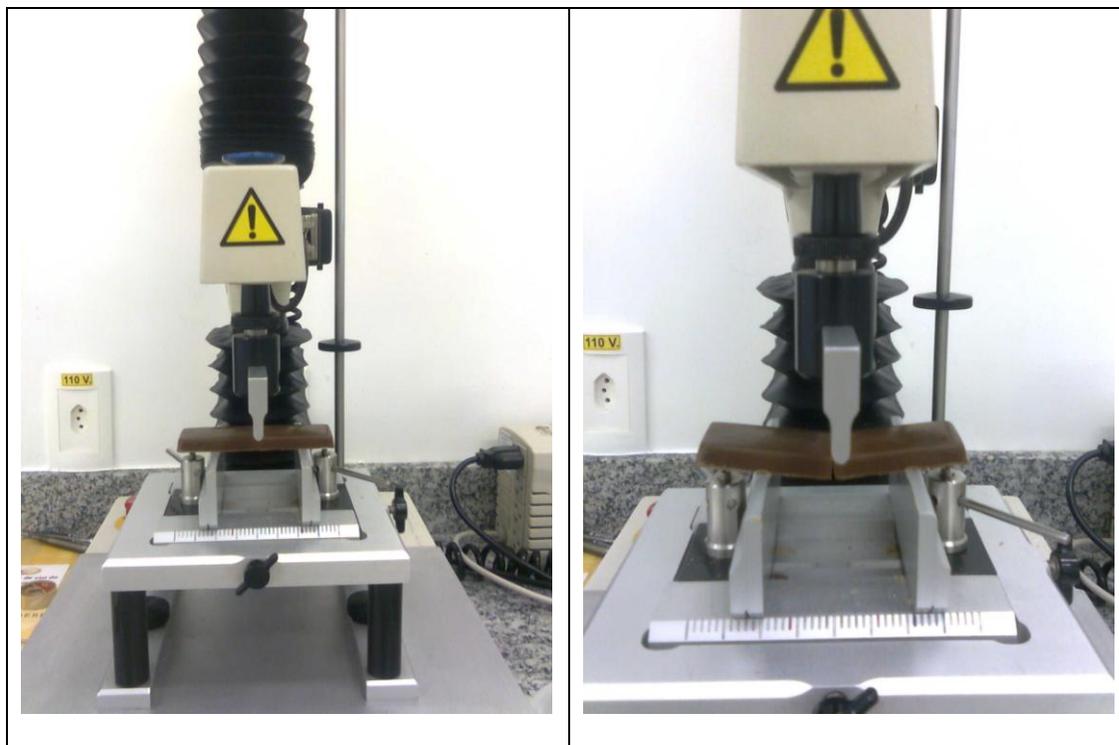
Durante o refino e após a conchagem da massa de chocolate foi determinado o tamanho máximo de partículas, visando garantir que o seu valor não ultrapassasse $25\mu\text{m}$. Para essa determinação utilizou-se um micrômetro digital *Mitutoyo*, com escala de 0-25mm, de acordo com o método descrito por Luccas (2001). As medidas foram realizadas em dez replicatas.

2.3.3 Textura instrumental

Determinação da tensão de ruptura da barra de chocolate, em texturômetro TA.XT2i, *Stable Micro System*, com base SMS P/W e probe HDP/3PB (Figura 3.3), de acordo com Luccas (2001). Foram realizadas dez repetições por amostra.

O probe era constituído de duas barras metálicas horizontais dispostas paralelamente e outra barra de metal, acoplada ao braço do equipamento, que descia verticalmente, em velocidade predeterminada pelo programa específico do texturômetro, causando uma fratura da amostra. As condições de teste programadas no equipamento foram velocidade de pré-teste de 3,0mm/s, velocidade de teste de 1,7mm/s e velocidade pós-teste de 10,0mm/s.

Figura 3.3 Texturômetro utilizado durante as análises de textura para cálculo de força dos chocolates ao leite e de soja.



2.4 Análise Sensorial

As amostras foram servidas aos provadores em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP), avaliadas sob luz branca e temperatura ambiente permitindo, dessa forma, conforto aos provadores.

A apresentação das amostras deu-se em pratos plásticos descartáveis, codificados com algarismos de três dígitos.

Tanto para a coleta de dados como para obtenção dos resultados finais, contou-se com auxílio do programa *Fizz Sensory Software* modelo 2.40 H (Biosystemes, 2009).

Todo o estudo sensorial foi realizado com as amostras em temperatura ambiente (24°C a 26°C), evitando-se assim que houvesse quaisquer alterações nas características originais dos chocolates.

2.4.1 Perfil Sensorial

O perfil sensorial das amostras de chocolates foi gerado através de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) segundo metodologia proposta por Stone e Sidel (1993).

2.4.1.1 Pré-Seleção da Equipe de Provadores

Visando uma pré-seleção dos candidatos da equipe de provadores da Análise Descritiva Quantitativa, foram recrutados 25 voluntários, entre alunos de graduação, pós-graduação e funcionários da UNICAMP, que demonstrassem interesse em participar da equipe sensorial treinada, além do reconhecimento básico em relação aos gostos primários.

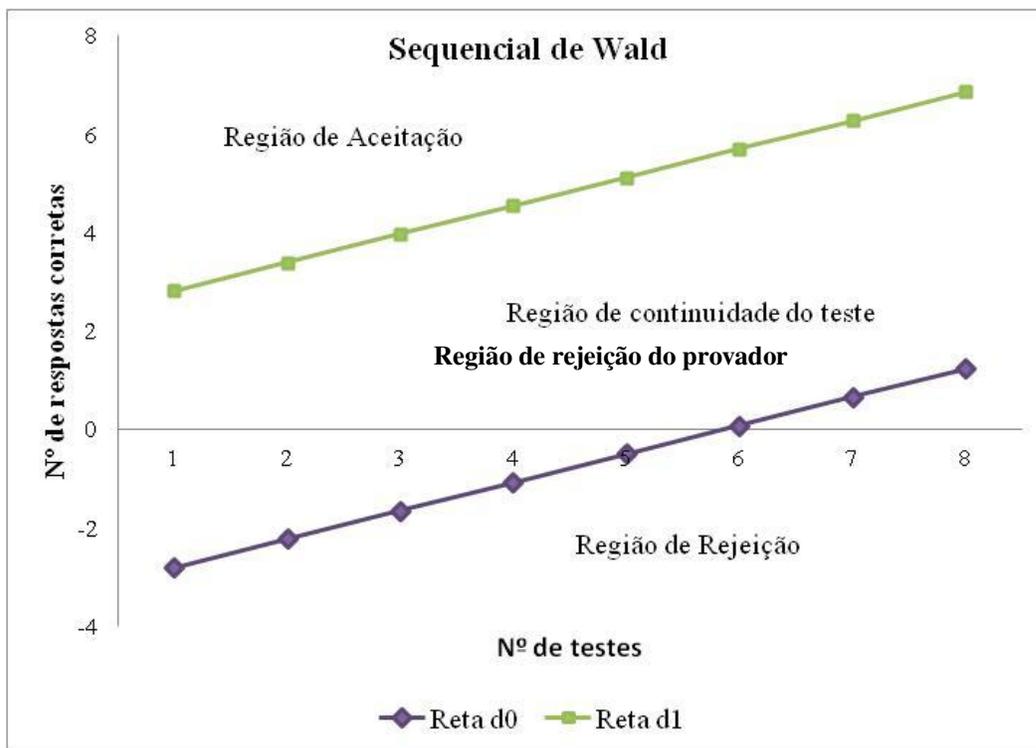
Para avaliar o poder discriminativo de cada voluntário foram realizados testes triangulares (MEILGAARD *et al.*, 2004) onde três amostras de soluções de sacarose eram servidas aos provadores, sendo duas das amostras iguais e uma diferente. As amostras utilizadas para este teste apresentavam um grau de diferença de sabor que pôde ser classificado entre ligeiro a moderado (concentrações de 2,5% e 4,0%).

Nos testes triangulares, os provadores foram orientados a avaliar as amostras da esquerda para a direita e identificarem em ficha de avaliação, qual das amostras se diferia das demais. Cada provador realizou o teste em seis repetições. Para avaliação dos resultados utilizou-se a análise sequencial de Wald (AMERINE *et al.*, 1965).

Na análise sequencial foram utilizados os valores para $\alpha = 0,45$ (máxima inabilidade aceitável), $\rho_1 = 0,70$ (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).

O gráfico obtido a partir destes valores e utilizado na seleção dos provadores está representado na Figura 3.4.

Figura 3.4 Gráfico para seleção dos provadores utilizando análise sequencial de Wald.



Equação 1:

$$d_0 = \log\beta - \log(1 - \alpha) - n \cdot \log(1 - \rho_1) + \log(1 - \rho_0) / \log\rho_1 - \log\rho_0 - \log(1 - \rho_1) + \log(1 - \rho_0)$$

$$d_0 = -2,81 + 0,58n$$

Equação 2:

$$d1 = \log(1 - \beta) - \log \alpha - n \cdot \log(1 - \rho_1) + \log(1 - \rho_0) / \log \rho_1 - \log \rho_0 - \log(1 - \rho_1) + \log(1 - \rho_0)$$

$$d1 = 2,81 + 0,58n$$

2.4.1.2 *Desenvolvimento de terminologia descritiva*

Os candidatos pré-selecionados (17) realizaram o levantamento dos termos descritores sensoriais das amostras de chocolate através do método de rede (MOSKOWITZ, 1983), na respectiva ficha de avaliação. Em cada sessão de avaliação sensorial, três amostras de chocolate foram apresentadas aos julgadores, que eram solicitados a agrupá-las aos pares e descrever suas similaridades e diferenças quanto à aparência, aroma, sabor e textura. Após avaliarem e descreverem as similaridades e diferenças entre todas as amostras, os julgadores se reuniram ao redor de uma mesa de formato redondo e, com o auxílio de um líder, discutiram os termos levantados por cada indivíduo. Sinônimos, antônimos e termos pouco pertinentes, foram eliminados, sendo selecionados, de forma consensual, os termos que melhor descrevessem as similaridades e diferenças entre as amostras avaliadas.

Adicionalmente, a equipe determinou cada definição para os termos gerados e sugeriram possíveis referências de qualidade e intensidade (intensidade mínima e máxima). Todas as referências foram testadas e avaliadas pela equipe, a qual julgou a lista final que se referenciaria aos termos descritores dos chocolates.

Com os termos descritores gerados elaborou-se a ficha de avaliação, utilizando escala não estruturada de nove centímetros, ancorada nos pontos extremos (à esquerda pelo termo "fraco" ou "nenhum" e à direita "forte" ou "muito").

2.4.1.3 *Treinamento da equipe sensorial*

O treinamento da equipe definitiva foi realizado utilizando-se a ficha já elaborada com as escalas de intensidade máxima e mínima para os termos definidos (Figuras 3.5 e

3.6). Foram realizadas de 4 a 5 sessões de treinamento, em diferentes períodos do dia, verificando a disponibilidade dos provadores, até que houvesse consenso entre as respostas sensoriais da equipe.

2.4.1.4 Seleção final da equipe de provadores

Para compor a equipe descritiva final, seguindo-se recomendações de DAMÁSIO e COSTELL (1991), foram selecionados os provadores que apresentaram bom poder discriminativo ($pF_{\text{amostra}} < 0,30$) e boa reprodutibilidade nos julgamentos ($pF_{\text{repetições}} > 0,05$). Dessa forma, verificaram-se os níveis de significância (p) de dois fatores (amostra e repetição) para cada provador, em relação a cada atributo. O consenso da equipe foi avaliado através de gráficos de médias de intensidade do atributo versus amostras, para cada provador.

2.4.1.5 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A equipe selecionada (11 provadores) realizou os testes da análise descritiva quantitativa em quatro repetições para todas as amostras de chocolate, sendo a apresentação de forma monádica (STONE e SIDEL, 1993). As amostras foram divididas em várias sessões, sendo que em cada sessão, quatro amostras eram avaliadas por cada provador, em blocos balanceados incompletos.

2.4.1.6 Análise Estatística

Os atributos do perfil sensorial obtidos foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), teste de médias de *Tukey* (ao nível de 5% de significância) e análise de componentes principais (ACP). As fontes de variação da ANOVA foram amostra e provador.

Todos os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se o programa *Statistical Analysis System* - SAS (2003).

2.4.2 Análise de Aceitação

No teste de aceitação foi utilizada escala não estruturada de nove centímetros em relação ao atributo de impressão global.

As amostras foram apresentadas aos provadores de forma monádica e foi aplicado o delineamento experimental utilizando blocos completos balanceados (MacFIE, 1989).

2.4.2.1 Análise Estatística

Os resultados dos testes de aceitação foram avaliados por análise estatística univariada (análise de variância – ANOVA) contendo apenas as amostras como fonte de variação e teste de médias de *Tukey* (ao nível de 5% de significância).

2.5 Análise Estatística para Determinação dos Atributos mais valorizados pelo Consumidor

Foi realizada análise estatística multivariada de Correlação dos Quadrados Mínimos Parciais (*Partial Least Square* – PLS) para determinação dos atributos sensoriais (resultantes da ADQ) e físicos presentes nas amostras de chocolate mais valorizadas positivamente e negativamente pelos provadores (TENENHAUS *et al.*, 2005). O software utilizado foi o XLSTAT (Addinsoft Inc., Paris, France, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises instrumentais

Para que o chocolate promova uma sensação de suavidade, quando consumido, é necessário que o tamanho médio das partículas sólidas seja inferior a $30\mu\text{m}$ (BECKETT, 2000; LUCISANO, 2006). Durante a etapa de refino, o diâmetro máximo das partículas da massa de chocolate foi controlado, visando que a faixa de valores permanecesse entre 25 e $30\mu\text{m}$ (Tabela 3.2). Caso os valores se apresentassem acima de $30\mu\text{m}$, a massa era refinada novamente e as medidas eram repetidas.

Tabela 3.2 Resultados das análises físicas dos chocolates

Amostras ^{1,3}	Força (kgf/cm ²)	Diâmetro máximo de partículas (mm)	Viscosidade η_{Ca} (Pa.s)	Limite de escoamento τ_{Ca} (Pa)	Coefficiente R^2 (*)
LSA	$1,8^{bc} \pm 0,1$	$0,024^b \pm 0,004$	2,15	2,24	0,9998
LSU	$1,6^c \pm 0,1$	$0,025^b \pm 0,002$	4,81	3,45	0,9998
LRE	$1,6^c \pm 0,3$	$0,026^b \pm 0,002$	6,11	2,83	0,9996
LNE	$1,6^c \pm 0,2$	$0,030^a \pm 0,008$	5,91	2,25	0,9998
SSA	$2,7^a \pm 0,9$	$0,021^b \pm 0,004$	1,96	2,32	1,0000
SSU	$2,0^{bc} \pm 0,4$	$0,024^b \pm 0,004$	8,52	7,22	0,9994
SRE	$2,0^{bc} \pm 0,3$	$0,023^b \pm 0,003$	9,21	5,30	0,9998
SNE	$2,3^{ab} \pm 0,3$	$0,030^a \pm 0,005$	9,40	8,98	0,9591

¹LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame); SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame);

(*) R^2 : coeficiente de correlação linear entre viscosidade plástica de Casson e limite de escoamento de Casson

³Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*.

Os resultados de força obtidos (Tabela 3.2) revelam menor intensidade deste parâmetro nos chocolates ao leite *diet* em comparação ao respectivo tradicional, porém esta diferença não foi significativa. Para os chocolates de soja, apenas a amostra contendo neotame não diferiu significativamente a ($p \leq 0,05$) do controle (sacarose). Além disso, foi observada uma característica mais dura em relação aos chocolates de soja, comparados aos chocolates ao leite. Esta evidência é comprovada pela função do leite em atribuir cremosidade aos chocolates.

A presença de edulcorantes e agentes de corpo como polidextrose e eritritol nos chocolates, tanto ao leite quanto de soja, ocasionou um amolecimento no produto e a consequente diminuição da força necessária à quebra. O mesmo efeito foi visualizado por Vissotto *et al.* (2005) em formulações de chocolates com diferentes valores de polidextrose, os quais continham maior quantidade deste polioliol, gerou maior amolecimento do produto.

Os parâmetros reológicos η_{Ca} (viscosidade plástica de Casson) e τ_{Ca} (limite de escoamento de Casson) das formulações de chocolates dietéticos e regular, com e sem leite, assim como os coeficientes de correlação linear (R^2) estão na Tabela 3.2. Verifica-se o adequado ajuste dos dados experimentais ao modelo de Casson através dos valores obtidos pelos coeficientes de correlação (Apêndice C).

Segundo dados de Chevalley (1994), os valores de η_{Ca} para chocolates se encontram na faixa entre 1–20Pa.s e os valores de τ_{Ca} entre 10–200Pa. Assim, constata-se que todos os chocolates analisados estão com valores de viscosidade plástica e limite de escoamento dentro dos parâmetros reológicos esperados, apesar de serem formulados com substituição de sacarose e de lactose.

3.2 Análise Descritiva Quantitativa

Com os termos descritores gerados, foi elaborada a ficha de avaliação (Programa FIZZ), com escalas não estruturadas de nove centímetros, ancoradas nos pontos extremos, à esquerda pelo termo "fraco" ou "nenhum" e à direita, "forte". Adicionalmente, a equipe definiu cada termo gerado e sugeriu referências (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 Definições e referências para os atributos levantados pelos provadores na Análise Descritiva Quantitativa para chocolates tradicional e *diet*.

	TERMO DESCRITOR	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIAS
APARÊNCIA	Cor marrom (COR)	Cor marrom característica de chocolate ao leite	Fraco: chocolate em pó solúvel Nestlé Forte: chocolate meio amargo Garoto
	Brilho (BRI)	Capacidade da amostra em refletir luz	Fraco: <i>líquor</i> de cacau Barry Callebaut Forte: chocolate ao leite Hershey's
	Homogeneidade (HOMO)	Característica de superfície uniforme	Pouca: <i>líquor</i> de cacau Barry Callebaut Muita: chocolate meio amargo Garoto
AROMA	Aroma de Cacau (ACACAU)	Aroma característico de cacau torrado	Fraco: chocolate ao leite Baton (Garoto) Forte: <i>líquor</i> de cacau Barry Callebaut
	Aroma doce (ADOCE)	Aroma característico de caramelo formado pelo açúcar, que permita a liberação de aroma doce	Fraco: 1,0g de alimento achocolatado em pó Toddy em 200mL de água Forte: chocolate branco Laka (Kraft)
	Aroma de leite (ALEITE)	Aroma característico de leite	Nenhum: água Forte: leite integral em pó Ninho (Nestlé)
	Aroma de manteiga de cacau (AMANT)	Aroma característico de manteiga de cacau	Nenhum: água Forte: manteiga de cacau Barry Callebaut derretida
SABOR	Sabor de Cacau (SCACAU)	Sabor característico de Chocolate em pó	Fraco: chocolate ao leite Chokolápis (Pan) Forte: chocolate em pó solúvel Nestlé
	Gosto doce (GDOCE)	Descreve o gosto primário produzido por substâncias doces	Fraco: chocolate meio amargo Hershey's Forte: 25g de alimento achocolatado em pó Toddy em 200mL de leite intergral Líder e sucralose (Nutramax) 0,075%
	Gosto amargo (GAMAR)	Gosto característico de solução aquosa de cafeína	Fraco: chocolate ao leite Baton (Garoto) Forte: chocolate em pó solúvel Nestlé
	Sabor de leite (SLEITE)	Sabor característico de leite	Nenhum: água Forte: leite integral em pó Ninho (Nestlé)

TEXTURA	Sabor de soja (SSOJA)	Sabor característico de produtos à base de soja	Nenhum: água Forte: 4,5g de extrato desesngordurado de soja Provesol (Olivebra) em 100mL de leite integral Líder
	Gosto doce residual (DRES)	Permanência do gosto doce na cavidade oral que ocorre após a degustação do produto	Nenhum: água Forte: 25g de alimento achocolatado em pó Toddy em 200mL de leite intergral Líder e sucralose (Nutramax) 0,075%
	Gosto amargo residual (ARES)	Permanência do gosto amargo na cavidade oral que ocorre após a degustação do produto	Nenhum: água Forte: 25g de alimento achocolatado em pó Toddy em 200mL de leite intergral Líder e 0,15% de estévia (Clariant) com Reb-A a 40%
	Dureza (DURE)	Resistência ao corte feito com os dentes incisivos	Fraco: chocolate ao leite Extra Cremoso Hershey's Forte: chocolate amargo Garoto armazenado por 10 minutos no <i>freezer</i> à 5°C
	Derretimento na boca (DERRE)	Capacidade da amostra de derreter enquanto mastigada	Pouco: chocolate ao leite Chocolápis (Pan) Muito: chocolate ao leite aerado Air (Hershey's)
	Arenosidade (ARENO)	Presença de partículas sensorialmente perceptíveis na cavidade oral	Nenhum: água Forte: leite condensado Moça (Nestlé), leite integral em pó Ninho (Nestlé) e açúcar cristal peneirado (Mais Doce) 3:1:3

A ausência de aroma e/ou sabor residual de soja (ou grão) no levantamento dos termos descritores representa um aspecto positivo aos chocolates de soja, geralmente associado às possíveis causas de rejeição de produtos derivados deste grão. Comparativamente a um estudo conduzido por Wang *et al.* (2001), a adição de chocolate em pó à bebidas de soja foi suficiente para eliminar o aroma de “grão” e também melhorar a qualidade sensorial do produto.

Após a condução dos treinamentos com os provadores, representados pelas Figuras 3.5 e 3.6, foram realizados os testes para a seleção da equipe definitiva para a análise descritiva quantitativa já utilizando a ficha elaborada com as escalas de intensidade para os termos definidos.

Figura 3.5 Ilustração fotográfica das referências utilizadas no treinamento dos provadores na Análise Descritiva Quantitativa – atributos de aparência e aroma



Figura 3.6 Ilustração fotográfica das referências utilizadas no treinamento dos provadores na Análise Descritiva Quantitativa – atributos de sabor e textura



O perfil dos provadores foi avaliado sob a forma de questionário e as seguintes informações foram coletadas: 82% representavam o sexo feminino; 91% concluíram curso superior; 73% apresentaram faixa etária entre 20 e 30 anos e nenhum deles estava sob uso de medicamentos e não eram fumantes.

Os resultados de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$, obtidos na análise de variância são representados na Tabela 3.4. De acordo com os resultados foram selecionados os provadores 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15 e 16.

Tabela 3.4 Valores de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ obtidos na análise de variância durante a etapa de seleção dos provadores

Provadores		1*	2	3	4	5	6	7	8*	9*	10*	11	12	13*	14	15	16	17
COR	amos	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<0,0001	0,0357	<0,0001	0,0012	<0,0001	<0,0001	0,0003
	rep	0.0146	0.7753	0.0967	0.5579	0.7675	0.1663	0.0829	0.0146	0.0729	0.9566	0,1055	0,8090	0,7708	0,7214	0,5667	0,8443	0,4593
BRI	amos	0.0064	<.0001	0.1217	0.0389	0.0011	0.1756	<.0001	0.0146	0.0115	0.0092	<0,0001	0,0180	0,0005	0,0115	0,1243	0,0069	0,0970
	rep	0.0236	0.1996	0.2596	0.6382	0.2209	0.0800	0.0776	0.8215	0.7388	0.7476	0,2276	0,1650	0,0367	0,8686	0,2083	0,7043	0,0723
HOMO	amos	0.2500	<.0001	<.0001	0.0046	<.0001	0.3631	0.0152	<.0001	0.0009	0.0002	<0,0001	0,0323	0,0025	0,0066	0,2370	0,0002	0,0036
	rep	0.0450	0.4843	0.2406	0.0089	0.4215	0.0821	0.2204	0.7238	0.1422	0.0009	0,4487	0,7757	0,3232	0,2190	0,1605	0,3453	0,6350
ACACAU	amos	0.8545	0.6860	0.0172	<.0001	0.5011	0.3555	0.0553	0.1953	0.0039	0.1737	<0,0001	0,2275	0,0072	0,0001	<0,0001	0,0003	0,0038
	rep	0.9614	0.3982	0.2306	0.1517	0.2297	0.8815	0.8189	0.6058	0.6349	0.9457	0,5391	0,2465	0,5324	0,9982	0,2343	0,5301	0,3895
ADOCE	amos	0.0125	<.0001	0.6925	<.0001	0.4592	<.0001	<.0001	0.0171	0.4618	0.0132	<0,0001	0,1788	<0,0001	<0,0001	0,1866	<0,0001	0,0021
	rep	0.0062	0.3046	0.4170	0.5639	0.5462	0.4255	0.4412	0.1673	0.6919	0.8275	0,3296	0,2311	0,1437	0,8523	0,1137	0,1533	0,0078
ALEITE	amos	0.7140	<.0001	<.0001	<.0001	0.0441	<.0001	<.0001	0.0001	0.5732	0.0021	<0,0001	0,0014	0,0482	0,0001	0,0605	0,0022	0,7759
	rep	0.6034	0.3628	0.0503	0.5891	0.6175	0.1286	0.0530	0.8784	0.7313	0.1181	0,9561	0,0959	0,7611	0,1464	0,6808	0,3149	0,4382
AMANT	amos	0.7260	0.1457	0.0358	0.2682	0.0221	0.1173	0.0281	0.0035	0.1544	0.1310	0,0011	0,2578	0,3811	0,2567	0,0007	0,0001	0,0040
	rep	0.9962	0.1493	0.1242	0.9072	0.8888	0.0230	0.8134	0.4420	0.0697	0.1720	0,4528	0,5732	0,6927	0,3437	0,9593	0,9258	0,0361
SCACAU	amos	0.0024	<.0001	<.0001	0.0017	<.0001	<.0001	0.0599	<.0001	0.0438	0.1147	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0012	0,0619	0,0010	0,0008
	rep	0.2136	0.8097	0.8167	0.3400	0.9779	0.3415	0.5338	0.1030	0.4168	0.0659	0,1772	0,9490	0,1753	0,4133	0,8400	0,4806	0,7933
GDOCE	amos	0.0085	<.0001	0.0003	0.0004	0.0343	<.0001	0.0002	<.0001	0.0083	0.7921	0,0158	0,1026	0,0004	0,0217	0,0046	0,0001	0,0021
	rep	0.2315	0.3778	0.2740	0.2545	0.7152	0.9125	0.8012	0.2356	0.3489	0.8861	0,5132	0,0844	0,7567	0,7118	0,9251	0,1485	0,1762
GAMAR	amos	<.0001	<.0001	0.0001	<.0001	0.0009	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	0.5597	<0,0001	0,1506	0,3162	0,0185	0,0767	0,0060	0,1170
	rep	0.1297	0.2714	0.3351	0.7225	0.3338	0.5637	0.9683	0.3919	0.1896	0.4136	0,1277	0,7212	0,6301	0,7768	0,5483	0,6747	0,4092
SLEITE	amos	0.0258	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0019	0.0008	<.0001	0,0017	0,1119	0,8266	0,0025	0,0016	<0,0001	0,0156
	rep	0.6806	0.2784	0.4845	0.4905	0.9114	0.2938	0.5539	0.2579	0.8079	0.0771	0,4805	0,8117	0,1898	0,7372	0,3181	0,4604	0,1453
SSOJA	amos	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0030	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0,0021	<0,0001	0,2918	0,0017	0,0345	0,0019	0,0869
	rep	0.5958	0.9360	0.1437	0.6278	0.5515	0.1691	0.2828	0.9977	0.1580	0.5723	0,1747	0,2443	0,4117	0,3367	0,3722	0,1488	0,0396
DRES	amos	<.0001	<.0001	0.0006	<.0001	0.0002	<.0001	0.0100	0.0027	0.0023	0.0058	<0,0001	0,3292	0,0003	0,0001	0,0013	0,0017	0,0521
	rep	0.1969	0.2072	0.1620	0.5779	0.0403	0.1714	0.7577	0.5490	0.2744	0.7248	0,2178	0,1612	0,8535	0,2741	0,2009	0,1066	0,2822
ARES	amos	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0013	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	0.1963	<0,0001	0,3479	0,0026	0,1865	0,1231	<0,0001	0,0011

	rep	0.3519	0.4122	0.0268	0.1821	0.1243	0.1467	0.4789	0.0334	0.8399	0.0292	0,9375	0,6708	0,2880	0,7693	0,4958	0,4467	0,9467
DURE	amos	0.0024	<.0001	0.0006	<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	<.0001	0.0002	0.0226	0,0029	0,0217	0,1579	0,0769	0,1433	0,0145	<.0001
	rep	0.1910	0.1312	0.2471	0.4774	0.9101	0.0732	0.1669	0.6389	0.4893	0.8373	0,0512	0,2800	0,4998	0,7324	0,2098	0,2743	0,0520
DERRE	amos	0.0490	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0235	0.0002	<.0001	0.0038	0.0035	0.0238	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	rep	0.9210	0.6770	0.1387	0.5773	0.0804	0.8883	0.6845	0.1910	0.4732	0.5936	0.6811	0.2784	0.4845	0.4905	0.8994	0.3778	0.6535
ARENO	amos	0.0008	<.0001	<.0001	0.1287	0.0498	0.3320	0.0619	0.2425	0.2721	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0030	<.0001
	rep	0.4943	0.3454	0.1217	0.9851	0.5724	0.7779	0.6721	0.9610	0.3508	0.3763	0.4446	0.8999	0.6667	0.6288	0.4545	0.3693	0.8828

Os provadores 1, 9 e 17 apresentaram baixa repetibilidade entre as análises e por isso foram excluídos da equipe. Já os provadores 8, 10 e 13 demonstraram problemas de discriminação entre as amostras e também de repetibilidade, não tendo sido possível utilizá-los nos testes. Os resultados obtidos na análise sensorial descritiva com os 11 provadores selecionados estão apresentados na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 Médias dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa para os chocolates.

Amostras ⁴	LSA ¹	LSU	LRE	LNE	SSA	SSU	SRE	SNE	MDS ³
COR²	2,585 ^d	3,165 ^{cd}	3,782 ^{bc}	3,387 ^c	4,287 ^b	5,935 ^a	6,187 ^a	6,515 ^a	0,6775
BRI	5,695 ^a	3,845 ^{bc}	4,580 ^b	4,182 ^b	4,120 ^{bc}	4,052 ^{bc}	4,747 ^{ab}	3,115 ^c	1,0179
HOMO	6,730 ^a	5,402 ^{cd}	6,175 ^{abc}	5,67b ^{cd}	6,192 ^{abc}	6,300 ^{ab}	6,717 ^a	4,915 ^d	0,8356
ACACAU	4,385 ^a	4,225 ^a	4,435 ^a	4,192 ^a	4,930 ^a	5,005 ^a	5,032 ^a	4,977 ^a	0,8825
ADOCE	5,152 ^a	4,367 ^{abc}	4,762 ^{ab}	4,345 ^{abc}	4,030 ^{bc}	3,550 ^c	3,505 ^c	3,627 ^c	0,8642
ALEITE	4,177 ^a	3,887 ^a	3,905 ^a	3,292 ^{ab}	2,712 ^{bc}	2,317 ^c	2,442 ^{bc}	2,300 ^c	0,9227
AMANT	3,449 ^a	3,716 ^a	3,804 ^a	3,461 ^a	3,419 ^a	3,372 ^a	3,633 ^a	3,404 ^a	0,6457
SCACAU	4,086 ^d	4,024 ^d	4,637 ^c	3,893 ^d	3,793 ^d	4,116 ^d	5,564 ^a	5,099 ^b	0,4446
GDOCE	5,739 ^a	5,896 ^a	5,561 ^a	5,588 ^a	3,105 ^c	3,784 ^b	3,221 ^{bc}	3,215 ^{bc}	0,6199
GAMAR	1,069 ^c	0,927 ^e	2,693 ^{cd}	2,139 ^c	3,716 ^b	3,259 ^{bc}	5,304 ^a	5,345 ^a	0,8284
SLEITE	4,806 ^a	4,498 ^{ab}	4,160 ^b	4,018 ^b	1,141 ^c	0,948 ^c	1,182 ^c	0,966 ^c	0,5591
SSOJA	0,358 ^b	0,501 ^b	0,415 ^b	0,524 ^b	4,178 ^a	4,284 ^a	3,902 ^a	3,730 ^a	0,5562
DRES	2,284 ^c	4,095 ^{ab}	4,127 ^{ab}	4,504 ^a	0,987 ^f	3,381 ^{bc}	3,158 ^{cd}	2,510 ^{de}	0,8292
ARES	0,753 ^c	1,336 ^e	2,619 ^c	2,406 ^{cd}	1,523 ^{de}	2,904 ^{bc}	4,175 ^a	3,692 ^{ab}	0,8864
DURE	2,927 ^{bc}	2,598 ^c	3,455 ^b	2,830 ^c	5,784 ^a	5,822 ^a	5,843 ^a	6,278 ^a	0,6061
DERRE	6,047 ^a	5,3481 ^b	4,9926 ^{bc}	4,643 ^c	3,2237 ^{de}	3,0044 ^c	3,7659 ^d	1,4726 ^f	0,6443
ARENO	0,225 ^c	0,4593 ^{bc}	0,3319 ^{bc}	1,1644 ^{bc}	0,7822 ^{bc}	0,6578 ^{bc}	1,3630 ^b	4,4770 ^a	1,1079

¹Numa mesma linha, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*.

²COR (cor marrom); BRI (brilho); HOMO (homogeneidade); ACACAU (aroma de cacau); ADOCE (aroma doce); ALEITE (aroma de leite); AMANT (aroma de manteiga de cacau); SCACAU (sabor de cacau); GDOCE (gosto doce); GAMAR (gosto amargo); SLEITE (sabor de leite); SSOJA (sabor de soja); DRES (gosto doce residual); ARES (gosto amargo residual); DURE (dureza); DERRE (derretimento na boca); ARENO (arenosidade).

³MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

⁴LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame); SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame);

A cor marrom, característica dos chocolates do tipo ao leite, apresentou um intervalo de variação entre 2,5 a 6,5, o qual se verificou que as amostras LSA e LSU apresentaram-se mais claras. Assim, o edulcorante sucralose demonstrou capacidade de igualdade em relação à coloração em relação ao chocolate tradicional. O mesmo resultado para sucralose foi evidenciado por Melo (2009) em chocolates ao leite *diet*, em relação à cor marrom.

Por outro lado, apenas os chocolates de soja *diet* se caracterizaram por serem mais escuros, diferindo significativamente das demais amostras a $p \leq 0,05$.

Em relação ao brilho, apenas o chocolate de soja SRE não apresentou diferença significativa da amostra tradicional (LSA), obtendo alto valor de média.

Notou-se que para homogeneidade superficial dos chocolates apenas as amostras LRE, SSA, SSU e SRE não se distinguiram do padrão (LSA) ao nível de 5% de significância. Vale ressaltar que mesmo sendo diferentes significativamente da amostra contendo sacarose, os chocolates apresentaram médias superiores a 4,9 gerando, dessa forma, resultados satisfatórios no quesito de uniformidade.

Os aromas de cacau e de manteiga de cacau não mostraram diferença entre as amostras de chocolate. A mesma ocorrência pôde ser observada no estudo proposto por Melo *et al.* (2009) com chocolates adoçados com sucralose e esteviosídeo (os quais usavam polidextrose e lactitol como agentes de corpo).

Verificou-se que o aroma e sabor de leite foram característicos para os chocolates ao leite, distinguindo dos demais chocolates de soja. Dentre os chocolates ao leite, apenas o LSU não diferiu significativamente de LSA no atributo de sabor de leite.

O rebaudiosídeo intensificou o sabor de cacau, constatado pelas suas médias neste quesito. Seus valores se destacam e pode ser considerado um resultado satisfatório, visto ainda os benefícios conseguidos pela adição deste edulcorante como obtenção de um chocolate ao leite ou de soja *diet*. O mesmo ocorreu no chocolate de soja contendo neotame, apresentando média superior a 5,0.

Todos os chocolates ao leite obtiveram médias entre 5,6 e 5,9 para o gosto doce, diferenciando significativamente dos chocolates de soja, que apresentaram baixas médias. Os chocolates de soja *diet* apresentaram comportamento semelhante em relação à doçura, sendo apenas o adoçado com sucralose diferente significativamente do chocolate de soja com sacarose.

Para o gosto amargo os chocolates de soja apresentaram valores em torno de 5,3 quando adoçados com o rebaudiosídeo e neotame, diferentes significativamente das amostras de soja contendo sacarose e sucralose. Em relação aos chocolates ao leite, somente o adoçado com rebaudiosídeo apresentou-se significativamente diferente dos demais. Contudo, seu valor ainda foi relativamente baixo (2,7).

Assim como o sabor de leite foi característico nas amostras ao leite, o sabor de soja foi detectado apenas nas amostras contendo o extrato deste vegetal, caracterizando as diferenças esperadas tratando-se de chocolates formulados com matérias-primas de origens distintas.

Houve aumento do atributo residual doce com a substituição da sacarose pelos três edulcorantes, tanto para os chocolates ao leite quanto para os de soja. Este fato é de conhecimento em relação aos edulcorantes, visto suas características em proporcionar uma maior duração do estímulo. Porém, para o chocolate de soja com neotame, este valor não foi significativamente maior comparado ao chocolate ao leite com sacarose. Outro fato importante observado foi o baixo valor de doçura residual apontado no chocolate de soja com açúcar (0,99), sendo até mesmo inferior ao mesmo produto contendo leite em sua composição. Pode-se sugerir que a presença da lactose, açúcar proveniente do leite, estimula ainda mais este atributo durante a percepção sensorial.

O amargor residual foi acentuado nos chocolates adoçados com rebaudiosídeo e neotame, tanto quando comparados nas amostras ao leite quanto nas de soja.

A substituição da sacarose pelos três edulcorantes de alta intensidade, além do uso dos agentes de corpo eritriol/polidextrose, não provocou nenhuma alteração significativa na dureza dos chocolates ao leite. A mesma evidência foi constatada entre os chocolates de

soja, confirmando a eficácia do uso dos adoçantes estudados. Nota-se nitidamente a função do leite em promover a cremosidade e proporcionar a menor dureza nas amostras, característica esta muito valorizada nos chocolates ao leite.

Quando comparado os resultados obtidos na análise instrumental de textura (Tabela 3.2) com o termo descritor de dureza gerado pela ADQ (Tabela 3.5), verifica-se o agrupamento entre os chocolates ao leite em relação aos chocolates de soja. Caracterizando a função do leite na composição de chocolates, houve uma menor resistência à quebra das amostras ao leite em comparação aos contendo soja.

Houve significativa redução do derretimento na boca pela substituição da sacarose, sendo ainda intensificada pela substituição do leite pelo extrato de soja. Para o chocolate de soja o neotame apresentou menor taxa de derretimento na boca, diferindo significativamente dos demais.

A característica de arenosidade não é esperada durante o consumo de chocolates, independentemente do tipo ou composição. Assim, apenas o chocolate de soja contendo neotame apresentou este atributo diferente significativamente da amostra com sacarose.

A substituição da sacarose por neotame nos chocolates de soja apresentou prejuízos na questão de aparência (como cor marrom e homogeneidade), no sabor (sabor de cacau e gosto amargo) e na textura (derretimento e arenosidade), além de diferenças também evidenciadas nos demais edulcorantes, como doçura e amargor residuais. Essas perdas de características sensoriais importantes devem ser consideradas, e talvez, devem-se ao processamento do chocolate, principalmente na mistura e homogeneização da massa de cacau. Como o edulcorante apresenta poder adoçante na ordem de 10^3 , a incorporação do mesmo na massa pode ser comprometida se o processo não passar por uma adaptação da etapa de homogeneização, tornado-a mais eficiente.

A característica de aparência comum evidenciada como diferente entre os chocolates de soja foi a cor marrom, sendo facilmente corrigida com a menor utilização de liquor de cacau ou, até mesmo, com o uso de cacau em pó com diferente grau de alcalinização, conferindo menor coloração marrom ao produto.

Sabe-se que a grande dificuldade na utilização de edulcorantes está na doçura e amargor residuais causados por estas substâncias, porém, na produção de chocolates de soja a questão do gosto doce residual foi mascarada, trazendo dessa forma, um resultado satisfatório na decisão em produzir produtos derivados de soja *diet*.

3.2.1 Comparações entre os chocolates ao leite tradicional e *diet*:

Entre os 17 atributos avaliados na ADQ, o chocolate formulado com sucralose não diferiu da amostra controle (LSA) em 13 destes parâmetros, destacando-se a cor marrom e ausência de amargor residual.

O neotame foi o edulcorante que apresentou apenas 7 atributos diferentes significativamente da amostra com sacarose, comparado com o rebaudiosídeo, que diferiu do controle em relação à 9 parâmetros.

Não houve diferença significativa entre LSU e LNE em relação à LSA para sabor de cacau, gosto amargo e dureza, evidenciando uma substituição desejada da sacarose. Todos os chocolates ao leite *diet* apresentaram aromas de cacau, doce, de leite e de manteiga de cacau, gosto doce, ausência de sabor de soja e baixa arenosidade semelhantes ao chocolate com sacarose.

3.2.2 Comparações entre os chocolates de soja tradicional e *diet*:

Entre os 17 atributos avaliados o chocolate de soja formulado com sucralose não diferiu da amostra controle (LSA) em 13 destes parâmetros, destacando-se sabor de cacau, derretimento na boca, baixos gosto amargo e arenosidade.

Nos chocolates de soja o rebaudiosídeo apresentou menos atributos diferente significativamente do SSA (apenas 10), comparado ao neotame, que apresentou 9 atributos semelhantes ao controle.

3.2.3 Comparações entre os chocolates de soja *diet* com chocolate padrão ao leite e sacarose:

O chocolate de soja com sucralose novamente apresentou os melhores resultados em relação aos demais edulcorantes, não diferindo da amostra controle (LSA) em 5 atributos, destacando-se a baixa arenosidade.

O rebaudiosídeo não diferiu do controle em 4 dos 17 atributos avaliados, sendo o único que não diferiu quanto ao atributo de brilho, importante aspecto de qualidade em chocolates.

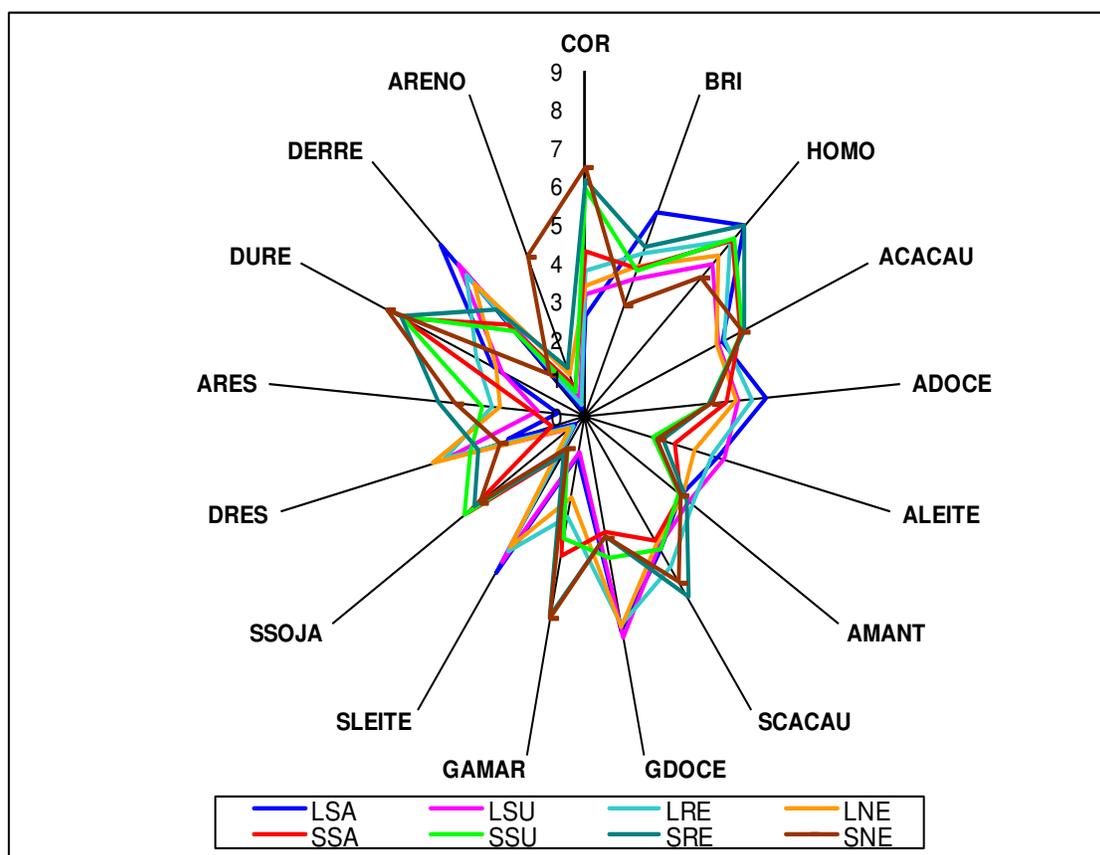
3.2.4 Verificação da substituição do leite pela soja nos chocolates *diet* e padrão:

Quando comparados os chocolates de soja com suas respectivas versões ao leite, houve maior semelhança com o contendo sucralose, o qual não diferiu significativamente em relação a 7 atributos (LSU comparado à SSU). Destacam-se a permanência do brilho, aroma doce, de cacau, doçura residual e arenosidade.

Os chocolates com sucralose apresentaram mais semelhança entre si do que até mesmo os chocolates com sacarose (LSA e SSA, com 6 atributos não diferentes entre si). O neotame diferiu significativamente entre os chocolates ao leite e de soja em relação a 13 parâmetros, enquanto o rebaudiosídeo diferiu em 12 atributos.

Outras representações dos resultados obtidos com a ADQ foram realizadas, como o gráfico Aranha e a Análise de Componentes Principais, os quais sugerem diferenças e similaridades entre as amostras.

Figura 3.7 Gráfico aranha dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa dos chocolates ao leite e de soja com sacarose e *diet*.



O gráfico tipo Aranha representado na Figura 3.7 sugere que as amostras adoçadas com edulcorantes apresentaram amargor residual mais acentuado, com exceção da sucralose adicionada ao chocolate ao leite, que as amostras contendo sacarose em sua composição. Este fato confirma a existência e percepção sensorial quanto ao gosto amargo residual em alguns edulcorantes (BOLINI *et al.*, 1999).

Como este gráfico tem função de ilustrar o perfil das amostras em relação aos seus atributos caracterizadores, as curvas com sobreposições umas às outras representam produtos com maior semelhança entre si. Assim, observa-se que para os chocolates ao leite, a utilização da sucralose foi a melhor substituição da sacarose, exceto pelos atributos de aparência, como brilho e homogeneidade, aroma doce e aspectos relacionados com as

próprias características do uso de edulcorantes, como doçura e amargor residuais (Figura 3.8). O mesmo ocorreu para os chocolates de soja, sendo os atributos de cor, gosto doce, doçura e amargor residuais como os atributos que diferenciaram a amostra contendo sucralose da adoçada com sacarose (Figura 3.9).

Figura 3.8 Gráfico aranha dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa dos chocolates ao leite com leite com sacarose e *diet*.

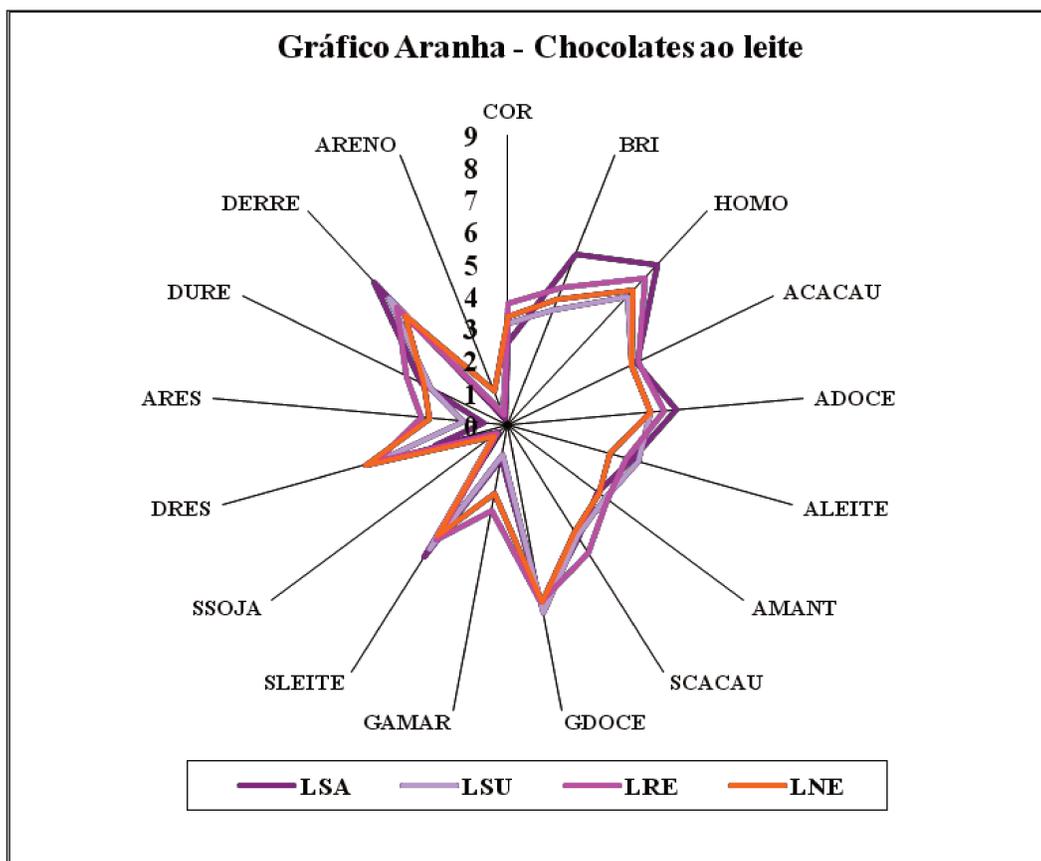
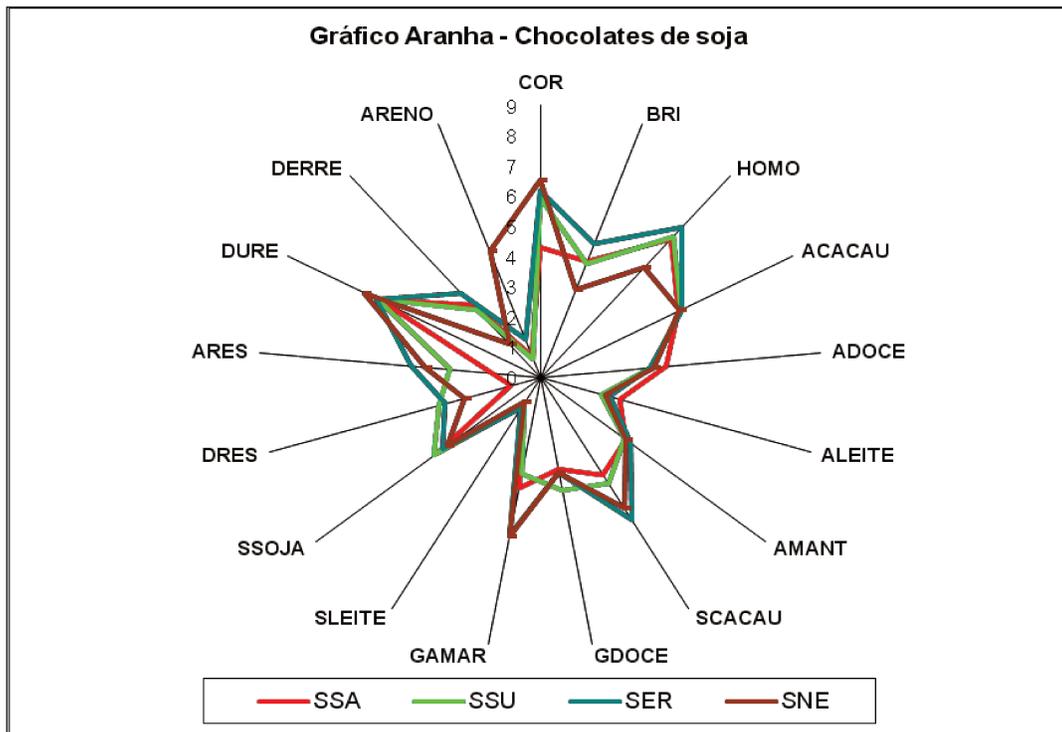
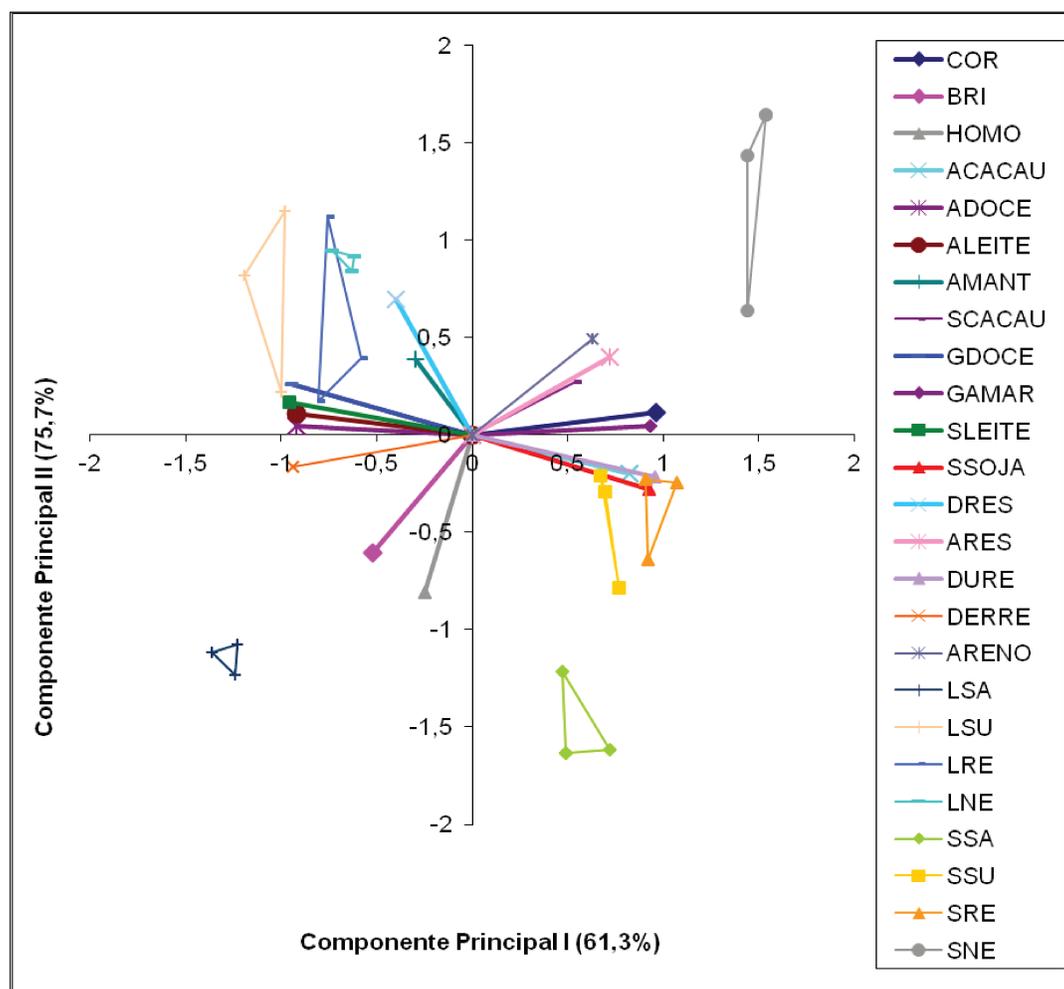


Figura 3.9 Gráfico aranha dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa dos chocolates de soja com sacarose e *diet*.



A partir dos dados coletados foi possível construir o gráfico correspondente à análise dos componentes principais (ACP), representado na Figura 3.10.

Figura 3.10 Representação da Análise de Componentes Principais dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa para os chocolate ao leite e de soja com sacarose e *diet*.



Com a aplicação da técnica estatística multivariada de Análise dos Componentes Principais para os termos descritores da ADQ, observa-se que os chocolates ao leite com edulcorantes apresentaram doçura residual como característica em comum, diferenciando-se do chocolate adoçado com sacarose, alocado em quadrante distinto.

Em relação aos chocolates de soja, o adoçado com neotame foi o único representado em quadrante oposto à versão contendo sacarose, sendo caracterizado pelos vetores referentes aos atributos de arenosidade e amargor residual. Os edulcorantes sucralose e rebaudiosídeo nos chocolates de soja foram representados pelos vetores de sabor de soja, dureza e aroma de cacau.

Uma característica específica do eritritol, também verificada em outros polióis como o xilitol e sorbitol, por exemplo, é o seu efeito refrescante quando consumido. Porém em nenhuma das etapas decorridas durante a Análise Descritiva Quantitativa esta sensação bucal foi levantada ou percebida. Isto é explicado pela combinação entre o eritritol e a polidextrose, causando uma anulação no calor de dissolução negativo do poliol utilizado.

Este fato é satisfatório para os resultados do estudo, visto que não se deseja um aspecto refrescante em um chocolate ao leite ou tipo ao leite. Na verdade, para este tipo de chocolate é desejável uma cremosidade característica, que foi mantida mesmo com as substituições tanto do leite quanto da sacarose.

Segundo Munôz *et al.* (1992), em uma figura que represente a Análise de Componentes Principais, vetores com medidas mais distantes do zero correspondem a variáveis com maior influência sobre o valor do componente principal. Isso ocorreu para os atributos a maioria dos atributos avaliados, exceto para o aroma de manteiga de cacau.

3.3 Análise de Aceitação

Os resultados de impressão global obtidos através da realização de teste de aceitação com 112 consumidores estão dispostos na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates com relação à impressão global (n=113 provadores)

Amostras	Impressão Global ¹
LSA	5,82 ^a
LSU	5,21 ^{bc}
LRE	5,74 ^a
LNE	5,52 ^{ab}
SSA	4,68 ^{de}
SSU	5,01 ^{cd}
SER	4,72 ^{cd}
SNE	4,19 ^e
MDS ²	0,50

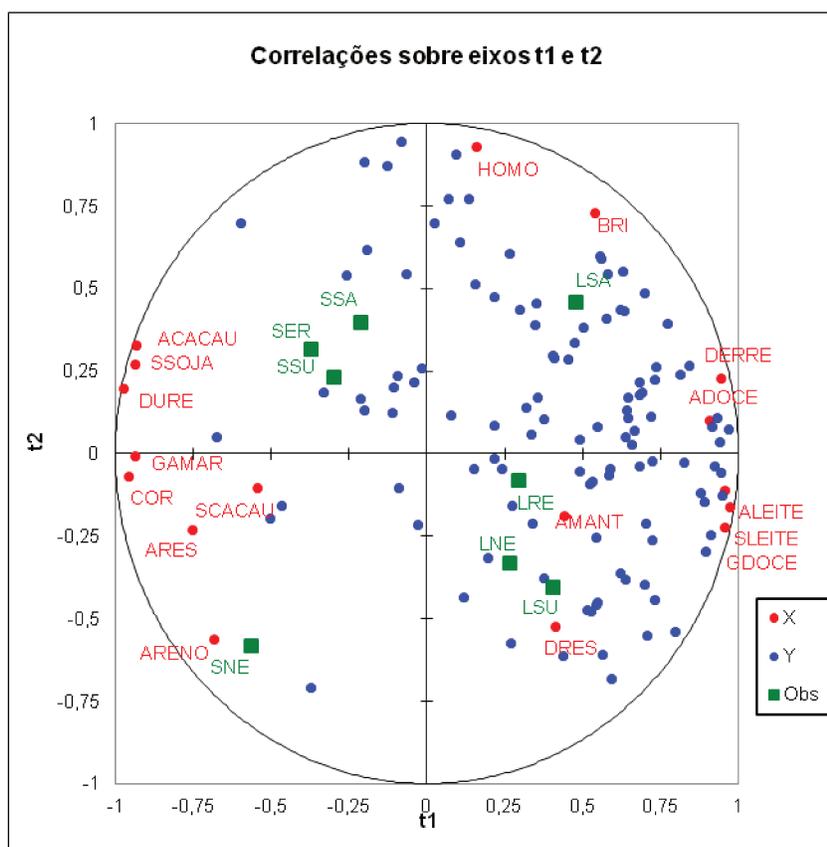
¹Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*.

²MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

3.4 Correlações

A partir dos resultados individuais obtidos por cada consumidor na análise de aceitação e das médias dos atributos avaliados através da ADQ foi possível realizar a correlação entre os dados (PLS), gerando assim o Mapa de Preferência Externo (Figura 3.11).

Figura 3.11 Mapa de Preferência Externo (Teste de aceitação n=113 e ADQ)



(Legenda: X=atributos sensoriais ADQ; Y=consumidores; Obs=amostras)

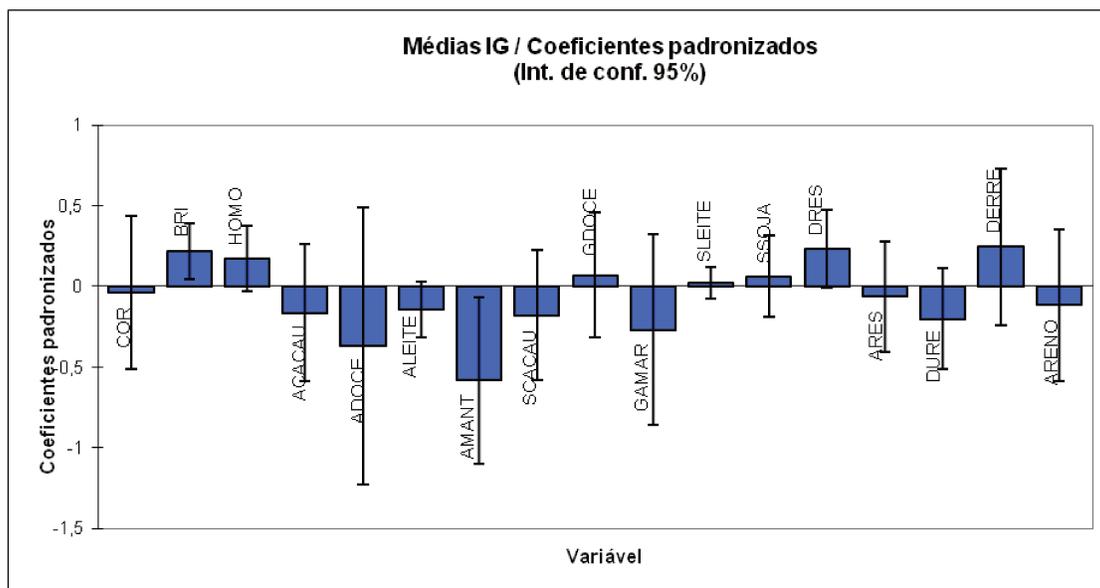
A projeção das pontuações relacionadas à preferência dos consumidores pode ser visualizada no mapa de preferência externo, onde dados gerados a partir de outras medidas, como análise descritiva ou medidas físicas são correlacionados com respostas afetivas (DUTCOSKY, 2011).

Assumindo-se que cada consumidor esteja representado na Figura 3.11 por um vetor (variável) através de suas notas geradas no atributo de Impressão global no teste de

aceitação, verificam-se quais amostras foram alocadas mais próximas a regiões de maior aceitabilidade. Nota-se então, uma maior concentração de consumidores alocados próximos às amostras ao leite, independentemente se são chocolates contendo sacarose ou edulcorantes. Uma região menos caracterizada pela proximidade dos consumidores refere-se aos chocolates de soja contendo sacarose, rebaudiosídeo e sucralose. Apenas o chocolate de soja contendo neotame permaneceu isolado em outro quadrante.

A análise de PLS realizada proporcionou resultados como a significância do brilho e aroma de manteiga de cacau em relação à atitude do consumidor. Nota-se pela Figura 3.12 que a maioria dos atributos avaliados não proporciona alterações positiva ou negativa em relação à aceitação dos consumidores de forma significativa. Praticamente todos os termos são igualmente importantes dentro do limite de confiança estabelecido.

Figura 3.12 Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos Quadrados Mínimos Parciais entre os chocolates ao leite e de soja em relação aos atributos da ADQ e impressão global do teste de aceitação



A Figura 3.12 indica as características significativas dos produtos avaliados e demonstra que o grupo de consumidores prefere os parâmetros relacionados com chocolates contendo altos valores positivos (como brilho, por exemplo) e rejeitam características dos produtos com altos valores negativos (como aroma de manteiga de cacau).

4 CONCLUSÃO

A substituição da sacarose por rebaudiosídeo foi melhor evidenciada no chocolate de soja do que no correspondente ao leite devido principalmente às características de sabor inerentes aos produtos que utilizam este grão como matéria-prima. Assim, dos 17 atributos avaliados nos chocolates de soja, apenas 5 diferiram significativamente da amostra contendo sacarose, contra 8 descritores diferentes entre os chocolates do tipo ao leite.

O desempenho do neotame foi semelhante quando ocorreu a substituição do leite por extrato de soja, apresentando 8 atributos diferentes dos respectivos chocolates adoçados com sacarose.

Houve concordância entre os valores de força obtidos na análise de textura com o termo descritor de dureza gerado pela ADQ, demonstrando que os chocolates ao leite apresentam uma menor resistência à quebra em comparação aos contendo soja em sua composição. Outros atributos diferentes significativamente foram evidenciados na comparação entre os chocolates ao leite e de soja, como aroma e sabor de leite, gosto doce, sabor de soja e derretimento.

A sucralose apresentou resultados satisfatórios em relação aos chocolates ao leite e de soja, sendo uma alternativa para a substituição da sacarose no desenvolvimento de produtos *light* em calorias e *diet*.

Os edulcorantes rebaudiosídeo e neotame proporcionaram aumento de amargor residual tanto nos chocolates ao leite quanto nos contendo soja.

Vale ressaltar que houve um mascaramento do gosto doce residual provocado pelos edulcorantes nos chocolates de soja *diet*, apresentando valores inferiores em comparação aos chocolates ao leite *diet*. Ainda relevante o comportamento do neotame no chocolate de soja, sendo o único que não diferiu significativamente em relação à doçura residual do chocolate ao leite padrão.

REFERÊNCIAS

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965. 602p.

BECKETT, S.T. **La ciencia del chocolate**. Zaragoza: Acribia, 2000. 201p.

BIOSYSTEMES. **Software solutions for sensory analysis and consumer tests**. 2009. Fizz Sensory Software versão 2.40H. Couternon, França.

BOLINI, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P. da; DAMÁSIO, M.H. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamatelsaccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 54 n.2, p.119-131, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução CNNPA nº 14, de 28 jun 1978.

CHEVALLEY, J. Chocolate flow properties. In: Industrial chocolate manufacture and use. BECKETT, S.T., 2 ed. Inglaterra: Clays Ltd, 1994, p.139-155.

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica e Tecnologia Alimentar**, v.31, n.12, p.165-178, 1991.

DIAS, V. Chocolate com soja não engorda e reduz a produção de radicais livres. *Jornal da Ciência*. 28 maio 2005. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=26634>> Acesso em: 26 fev 2012.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ªed, Coleção Exatas. 2011. 426p.

INTERNATIONAL OFFICE OF COCOA, CHOCOLATE AND SUGAR CONFECTIONER (IOCCSC). 1973. *Viscosité du chocolat: Determia de la limite d'e coulement et de viscosité plastique de casson*. **Rev. Int. Choc.** (RIC) 28, 216–218.

LUCAS, V. **Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas à manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate**. 2001, 195 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LUCISANO, M. CASIRAGHI, E. MARIOTTI, M. Influence of formulation and processing variables on Ball Mill refining of Milk chocolate. **European Food Research Technology**, v.223, n.6, p.797-802, 2006.

MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effect in halls tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, n.2, p.129-148, 1989.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. 2004. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press: Boca Raton.

MELO, L.L.M.M.; BOLINI, H.M.A.; EFRAIM, P. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. **Food Quality and Preference**, v. 20, p.138-143, 2009.

MOSKOWITZ, H. R. Product testing and sensory evaluation of foods. **Food and Nutrition Press**, 1983. 605 p.

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

PEREIRA,D.F.; FURLAN, S.A. 2004. Prevalência de intolerância à lactose em função da faixa etária e do sexo: experiência do Laboratório Dona Francisco, Joinville (SC). *Health and Environment Journal*, v.5, n.1, p.24-30.

VISSOTTO, F.Z. ; GOMES, C.R. Caracterização do comportamento reológico e da textura de chocolates sem sacarose. ***Brazilian Journal of Food Technology***, v.8, n.2, p.107-111, abr./jun.2005.

VISSOTTO, F.Z. ; LUCCAS, V. ; BRAGAGNOLO, N. ; TURATTI, J.M. ; GRIMALDI, R. ; FIGUEIREDO, M.S.de. Caracterização físico-química e reológica de chocolates comerciais tipo cobertura elaborados com gorduras alternativas. ***Brazilian Journal of Food Technology***, v.2, n.1/2, p.139-148, jan./dez.1999.

WANG, B.; XIONG, Y. L.; WANG, C. Physicochemical and sensory characteristics of flavors soymilk during refrigeration storage. ***Journal of Food Quality***, v.24, p.513-526, 2001.

SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2003. Versão 9.1.3 Service Pack 3. SAS Institute Inc. 2002-2003. Carry. NC. USA.

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

TENENHAUS, M.; PAGÈS, J.; AMBROISINE, L.; GUINOT, C. PLS methodology to study relationships between hedonic judgments and product characteristics. ***Food Quality and Preference***, v.16, n.4, p.315-325, 2005.

XLSTAT. 2006. XLSTAT 2006 Help, Addinsoft Inc., Paris, France.

ARTIGO 4.

**ESTUDO DA VIDA ÚTIL DE CHOCOLATES DE SOJA E AO LEITE
DIET CONTENDO DIFERENTES EDULCORANTES**

RESUMO

Em resposta à demanda do consumidor por alimentos mais saudáveis e com características que promovam benefícios quando consumidos e, também, apazíveis ao paladar, surge um produto inovador, baseado na tradicionalidade do chocolate ao leite, na tendência dos alimentos de soja e inclusão de edulcorantes que proporcionem gosto doce similar às versões tradicionais. O estudo de vida-de-prateleira foi conduzido para oito diferentes amostras de chocolates ao leite e de soja variando o tipo de adoçante em suas formulações. Analisou-se três edulcorantes permitidos pela legislação, sucralose, rebaudiosídeo e neotame, em comparação à amostra controle adoçada com sacarose. Todos os chocolates foram armazenados à 20°C durante doze meses de estocagem, sendo realizada uma análise de aceitação em intervalos de 3 meses no início e a cada mês à partir do 10º mês. Grupos de no mínimo 112 consumidores potenciais de chocolates analisaram as amostras utilizando escalas não-estruturadas de 9cm em relação aos atributos de aparência, brilho, aroma, sabor, derretimento na boca e força para quebrar o chocolate, além de impressão global. Foi realizada análise estatística de variância em todos os intervalos de tempo avaliados através de Análise de Variância (ANOVA) e testes de médias de *Tukey* para cada amostra. Posteriormente as amostras foram analisadas isoladamente por ANOVA e médias por *Tukey*, onde os meses de estocagem se tornaram as variáveis. A partir do 6º mês de estocagem verificou-se um decréscimo na aceitabilidade dos chocolates de soja, sendo interrompida sua análise em função da baixa média adquirida durante as avaliações sensoriais. Considera-se incipiente definir a vida-de-prateleira dos chocolates de soja como 6 meses visto que as médias obtidas no início do estudo também se apresentaram em uma faixa de aceitação intermediária. Além disso, os benefícios oferecidos pela soja associados ao consumo de produtos sem lactose e/ou *diet* favorecem este resultado, proporcionando uma alternativa as pessoas que habitualmente não consomem chocolates ao leite, ou até mesmo com açúcar.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de alimentos brasileiro, seguindo uma tendência internacional, busca alimentos atualmente baseado em três fatores interligados: saúde, que corresponde ao valor nutricional e à presença de compostos bioativos, à qualidade e segurança dos produtos que compõem o alimento e à conveniência, item que incorpora a praticidade e sabor, o qual deve ser cada vez mais agradável, diversificado e inovador (BORSCHIVER *et al.*, 1998).

Na Europa, a incidência da hipolactasia pode chegar a 70%, segundo Carroccio *et al.* (1998). De acordo com Sevá-Pereira (1981), a deficiência de lactase ocorre em 58 milhões de brasileiros maiores de 15 anos. Em decorrência disso, 37 milhões de pessoas apresentariam intolerância ao leite e estariam sujeitas a sintomas desagradáveis ao tomar um copo de leite (PEREIRA; FURLAN, 2004).

Alguns autores acreditam que a intolerância à lactose seja responsável por diversos sintomas sistêmicos, como dores de cabeça e vertigens, perda de concentração, dificuldade de memória de curto prazo, dores musculares e articulares, cansaço intenso, alergias diversas, arritmia cardíaca, úlceras orais e dor de garganta. Na presença de sintomas sistêmicos é preciso avaliar se, de fato, decorrem da intolerância à lactose, se são sintomas coincidentes ou se decorrem da alergia à proteína do leite de vaca (que afeta até 20% dos pacientes com sintomas sugestivos de intolerância à lactose). Na prática clínica, indivíduos com hipolactasia, podem ser orientados a consumir alguns derivados do leite e alimentos contendo lactose sem apresentar sintomas de intolerância, enquanto que outros terão que fazer restrição de lactose na dieta (MATTAR; MAZO, 2010).

Em 2008 e 2009 o excesso de peso, por sua vez, atingiu cerca de metade dos homens e das mulheres, excedendo em 28 vezes a frequência do *déficit* de peso no caso masculino e em 13 vezes no feminino. Eram obesos 12,5% dos homens (1/4 dos casos de excesso) e 16,9% das mulheres (1/3). Ambas as condições aumentavam de frequência até a faixa de 45 a 54 anos, nos homens; e de 55 a 64 anos, entre as mulheres, para depois declinarem. O excesso de peso e a obesidade atingiam duas a três vezes mais os homens de maior renda, destacando-se nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste e nos domicílios urbanos. Nas mulheres, as duas condições se destacaram no Sul do país e nas classes intermediárias de renda (IBGE, 2010).

Segundo dados apresentados no trabalho *Brazil Food Trends 2020* (2010) o chocolate, junto com bombons, ocupa 25% no interesse de compra entre os produtos disponíveis à venda para os consumidores.

Do ponto de vista de vida-de-prateleira a qualidade dos alimentos é definida por parâmetros fisiológicos, valores nutricionais e atributos sensoriais (PFEIFFER *et al.*, 1999).

O critério de limitar a vida-de-prateleira, com base na aceitabilidade do produto, é valorizado pela percepção do consumidor, podendo ser avaliado pela aceitação global ou, em particular, por um ou mais atributos. Para isso, o ponto de corte pode ser considerado uma determinada nota previamente estabelecida, ou até mesmo quando o produto estocado apresentar-se significativamente menos aceito em relação ao seu controle. Este teste deve ser conduzido com consumidores reais do produto em análise ou, se for um produto novo, com potenciais consumidores (GARCIA, 2010).

A vida-de-prateleira de chocolates *diet* formulados com sucralose e esteviosídeo como edulcorantes de alta intensidade e polidextrose e lactitol como agentes de corpo, foi estudada por Melo *et al.* (2009) e os resultados não apresentaram alterações sensoriais afetivas durante 9 meses de estocagem a 20°C.

Visando contribuir com a compreensão da segmentação de mercado e identificação de nichos específicos, os mapas de preferência são utilizados e servem como guia para a otimização das características sensoriais do produto. Trata-se de uma análise multidimensional onde as preferências individuais são consideradas, sendo cada consumidor representado significativamente em relação à porcentagem de explicação de dados. O mapa de preferência interno representa uma série de dados relativos à preferência do consumidor em um conjunto de dimensões, onde estas dimensões representam as diferenças entre os produtos e as posições dos vetores (DUTCOSKY, 2011).

Assim sendo, os objetivos deste trabalho são realizar o estudo de vida útil através de teste afetivo durante 12 meses de estocagem e caracterizar a atitude de compra dos consumidores potenciais para estes chocolates ao leite e de soja, em versão tradicional e *diet*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O processamento dos chocolates foi realizado nas instalações do Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolates (ITAL/Campinas/Brasil). As análises sensoriais foram conduzidas no Departamento de Alimentos e Nutrição (DEPAN), dentro da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP).

2.1 Matéria-prima para formulação dos chocolates em barra

Foram utilizados os ingredientes relacionados na Tabela 4.1 para a formulação dos chocolates em barra ao leite com sacarose, de soja com sacarose, ao leite *diet* e de soja *diet*. Os ingredientes selecionados para as formulações foram: sacarose moída (União, Nova América S.A.), manteiga de cacau desodorizada (Barry Callebaut, Brasil), *líquor* de cacau (Barry Callebaut, Brasil), leite em pó integral (La Sereníssima, Mastellone Hnos S.A.), leite em pó desnatado (La Sereníssima, Mastellone Hnos S.A.), lecitina de soja líquida (Solec CH, Solae), PGPR (Poliglicerol Polirricinoleato de Glicerila 90, Danisco), aroma artificial de baunilha (Ottens Flavors), extrato de soja Provesol PC (Olivebra), sucralose (SPLENDIA Micronized Powder, Johnson and Johnson), rebaudiosídeo (Enliten® 300000, Corn Products), neotame (SweetMix), polidextrose (Litesse®, Danisco) e eritritol (Zerose 16961, Cargill).

Os chocolates foram embalados em papel metalizado com barreira a passagem de luz e umidade, evitando dessa forma a oxidação lipídica e incorporação de umidade. Todas as amostras foram armazenadas em caixas plásticas dentro de câmara climatizada à 23°C.

Tabela 4.1 Formulação dos chocolates em barra ao leite e com extrato de soja tradicionais (com sacarose) e *diet* (contendo sucralose, rebaudiosídeo ou neotame)

Ingredientes (%)	LSA	LSU	LRE	LNE	SSA	SSU	SER	SNE
Sacarose	43,00	-	-	-	43,00	-	-	-
Manteiga de cacau	21,30	21,30	21,30	21,30	22,30	22,30	22,30	22,30
Líquor de cacau	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Leite integral	12,00	12,00	12,00	12,00	-	-	-	-
Leite desnatado	9,00	9,00	9,00	9,00	-	-	-	-
Lecitina de soja	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
PGPR*	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Aroma vanila	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Extrato de soja	-	-	-	-	20,00	15,80	15,80	15,80
Sucralose	-	0,075	-	-	-	0,075	-	-
Rebaudiosídeo	-	-	0,215	-	-	-	0,215	-
Neotame	-	-	-	0,005	-	-	-	0,005
Polidextrose	-	17,00	17,00	17,00	-	21,20	21,20	21,20
Eritritol	-	26,00	26,00	26,00	-	26,00	26,00	26,00

*LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame); SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame).

2.2 Análise Sensorial

As amostras foram servidas aos provadores em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP), avaliados sob luz branca à temperatura ambiente permitindo, dessa forma, conforto e individualidade aos provadores.

Foi feita apresentação em pratos plásticos descartáveis codificados com algarismos de três dígitos.

Todos os testes sensoriais foram aplicados, assim como a coleta dos dados, através do programa Fizz Sensory Software modelo 2.40H (Biosystemes, 2009).

Todos os estudos sensoriais foram realizados com as amostras em temperatura ambiente (entre 24°C e 26°C), por ser a forma mais comum de consumo.

2.2.1 Teste com Consumidores

Todas as amostras anteriormente citadas foram avaliadas através de teste afetivo realizado com consumidores.

2.2.1.1 Recrutamento e seleção dos consumidores

O teste de aceitação foi conduzido com 120 consumidores de chocolate, entre alunos de graduação, pós-graduação e funcionários adultos da UNICAMP, não treinados e representativos do público alvo (STONE e SIDEL, 1993).

2.2.1.2 Teste Afetivo

Os testes de aceitação utilizaram escala não estruturada de nove centímetros, ancoradas em seus extremos com os termos referentes às respostas afetivas (1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo), em relação aos atributos de aparência, brilho, aroma, sabor, derretimento na boca, força ao quebrar o chocolate e impressão global.

Além disso, foi questionada aos provadores a intenção de compra em relação a cada amostra, para complementar os resultados de aceitação do produto, utilizando procedimento descrito em Meilgaard *et al.* (2004).

As amostras foram apresentadas aos provadores de forma monádica e o delineamento experimental utilizando blocos completos balanceados (MacFIE *et al.*, 1989).

2.2.1.3 Análise Estatística

Os resultados dos testes de aceitação foram avaliados por análise estatística univariada, análise de variância (ANOVA) contemplando as amostras como fonte de variação, teste de médias de *Tukey* (ao nível de 5% de significância) e análise estatística multivariada Mapa de Preferência Interno (SMITH, 1990) que permitiu gerar um espaço sensorial afetivo multidimensional formado pelos consumidores e amostras. Foi utilizado o programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS) (2003) para essas análises.

Para os resultados obtidos a partir do teste de intenção de compra dos consumidores plotou-se um histograma de frequência de resposta para atitude de compra em relação a cada amostra. O programa estatístico utilizado foi Microsoft *Windows Excel* (2007).

2.3 Estudo de vida-de-prateleira

Conduziu-se um estudo de vida-de-prateleira em tempo real com todos os chocolates embalados em papel metalizado com tamanho de 10cmx10cm, dentro de caixas plásticas.

O teste de aceitação foi realizado ao longo de doze meses de estocagem em câmara climatizada à 23°C, considerando intervalos de três meses no início e um mês a partir do 10º mês. Os consumidores selecionados precisavam consumir ao menos uma vez na semana chocolate do tipo ao leite.

A porcentagem de homens e mulheres participantes como consumidores dos testes afetivos encontra-se nos títulos correspondentes a cada tabela de dados das análises (Tabelas 4.3 a 4.9), assim como o número total de provadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado um levantamento sobre o tempo de vida-de-prateleira relacionado aos chocolates comercialmente vendidos na região de Campinas/SP (Tabela 4.2). A pesquisa abordou dados referentes aos ingredientes, valor calórico e tempo de vida-de-prateleira do produto entre as variedades de chocolates ao leite, *diet*, *light* e chocolate de soja.

Tabela 4.2 Pesquisa comparativa entre alguns chocolates atualmente comercializados na cidade de Campinas/SP

Produtos	Marca	Validade (meses)	Ingredientes	Valor calórico (kcal/100g)
Chocolate ao leite	Alpino / Nestlé	10	Açúcar, cacau, leite em pó integral, soro de leite em pó, gordura vegetal, gordura anidra de leite, emulsificantes lecitina de soja e ricinoleato de glicerila e aromatizantes. Contém Glúten. Contém traços de castanha de caju e amendoim.	536
Chocolate ao leite	Classic / Nestlé	10	Açúcar, cacau, leite em pó integral, soro de leite em pó, gordura vegetal, gordura anidra de leite, emulsificantes lecitina de soja e ricinoleato de glicerila e aromatizante. Contém Glúten traços de castanha de caju e amendoim.	536
Chocolate zero	Classic/ Nestlé	10	Cacau, polidextrose (fibra alimentar), gordura anidra de leite, edulcorantes natural maltitol e artificial sucralose, emulsificantes ricinoleato de glicerila e lecitina de soja, aromatizante. Contém Glúten. Contém traços de amendoim.	470
Chocolate <i>diet</i> ao leite	Salware	10	Manteiga de cacau, leite em pó desnatado, massa de cacau, leite em pó integral, maltitol, lecitina de soja, poliglicerol	500

			polirricinoleato de glicerila, sucralose e aromatizantes	
Chocolate sem açúcar ao leite	Castor	10	Gordura vegetal hidrogenada, cacau em pó, leite em pó integral, leite em pó desnatado, farinha de soja, maltitol, lecitina de soja, poliglicerol polirricinoleato de glicerila, sucralose e aromatizantes	570
Chocolate de soja	Choco soy Mais / Olvebra	12	Açúcar orgânico, manteiga de cacau, massa de cacau, extrato de soja, sal refinado, emulsificantes: lecitina de soja e polirricinoleato de poliglicerila e aroma natural de baunilha	548
Chocolate de soja	Chokolah	12	Açúcar, manteiga de cacau, massa de cacau, extrato de soja*, emulsificante lecitina de soja*, aroma natural de baunilha*. Não contém glúten. Ingredientes de origem não orgânica e livre de DNA transgênico.	565
Chocolate de soja	Salware	10	Açúcar cristal, liquor de cacau, manteiga de cacau, extrato de soja, lecitina de soja e aromatizantes.	540
Chocolate de soja sem açúcar	Salware	10	Liquor de cacau, manteiga de cacau, maltodextrina, extrato de soja, maltitol, lecitina de soja, aromatizantes e sucralose.	500
Chocolate de soja <i>diet</i>	Choco soy Olvebra	12	Manteiga de cacau, massa de cacau, extrato de soja, sal refinado, edulcorante natural isomalte e/ou maltitol, polidextrose, emulsificantes: polirricinoleato de poliglicerila e lecitina de soja, aroma natural de baunilha e edulcorante artificial sucralose.	472

Os testes de aceitação foram conduzidos mês a mês num período total de 12 meses de acompanhamento, garantindo que em todas as análises fossem avaliados no mínimo 112 provadores visando a plotagem do respectivo Mapa de Preferência. A seguir, na tabela 4.3 estão representados os resultados de aceitação dos chocolates no tempo inicial.

Tabela 4.3 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates no tempo zero (n = 113, F72:41M)

Amostras	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão
LSA	6,21 ^a	5,91 ^a	5,60 ^a	5,75 ^a	5,38 ^{ab}	5,02 ^{bc}	5,82 ^a
LSU	5,85 ^{ab}	5,20 ^d	5,50 ^a	5,04 ^{bc}	4,79 ^{cd}	5,33 ^{ab}	5,21 ^{bc}
LRE	6,09 ^{ab}	5,60 ^{abcd}	5,67 ^a	5,40 ^{ab}	5,59 ^a	5,77 ^a	5,74 ^a
LNE	5,96 ^{ab}	5,57 ^{abcd}	5,58 ^a	5,17 ^{ab}	5,22 ^{abc}	5,65 ^a	5,52 ^{ab}
SSA	6,09 ^{ab}	5,73 ^{abc}	5,72 ^a	4,22 ^{de}	4,32 ^d	4,65 ^{cd}	4,68 ^{de}
SSU	6,00 ^{ab}	5,81 ^{ab}	5,67 ^a	4,53 ^{cd}	4,84 ^{bcd}	4,80 ^{bc}	5,01 ^{cd}
SRE	5,76 ^b	5,45 ^{bcd}	5,56 ^a	4,22 ^{de}	4,77 ^{cd}	4,60 ^{cd}	4,72 ^{cd}
SNE	5,85 ^{ab}	5,39 ^{cd}	5,32 ^a	3,87 ^e	3,60 ^e	4,15 ^d	4,19 ^e
MDS	0,39	0,41	0,45	0,63	0,56	0,54	0,50

¹Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*. F(feminino) e M(masculino).

*LSA (chocolate ao leite com sacarose); LSU (ao leite com sucralose); LRE (ao leite com rebaudiosídeo); LNE (ao leite com neotame); SSA (soja com sacarose); SSU (soja com sucralose); SRE (soja com rebaudiosídeo); SNE (soja com neotame);

Os resultados do tempo zero, logo após a produção dos chocolates (Tabela 4.3), indicaram que não houve diferença significativa entre os chocolates de soja *diet* em relação à sua versão tradicional (sacarose) para os atributos de aparência, brilho, aroma, sabor, força e impressão global. Dessa forma, se evidencia a homogeneidade visual e perceptiva sensorialmente da substituição eficiente da sacarose pelos três edulcorantes analisados.

Ainda quanto à aparência e aroma, todos os chocolates de soja, tanto adoçados com sacarose quanto os *diet*, se apresentaram semelhantes em relação a respectivas formulações

ao leite, proporcionando dessa forma, a satisfatória substituição do leite pelo extrato de soja.

Apenas a amostra LSU se diferenciou significativamente da amostra ao leite contendo sacarose ($p \leq 0,05$) em relação aos atributos de brilho, sabor, derretimento e impressão global, porém foi a única sem diferença significativa para o atributo força.

No quesito força, os provadores foram orientados quanto à definição deste atributo, como sendo a resistência para se quebrar o chocolate. Assim, as amostras ao leite foram julgadas como as menos resistentes à quebra. Isto possivelmente deve-se à presença da gordura do leite nos chocolates, que possui função de proporcionar uma menor firmeza e conseqüentemente, maior derretimento durante o consumo. O mesmo ocorreu para o atributo de derretimento, apenas com exceção da sucralose que promoveu menor capacidade em derreter enquanto mastigada.

Esse comportamento é conhecido como efeito eutético, caracterizado quando dois ou mais tipos de gorduras se misturam, ocorrendo assim alterações nas propriedades de solidificação e textura (BECKETT, 2000).

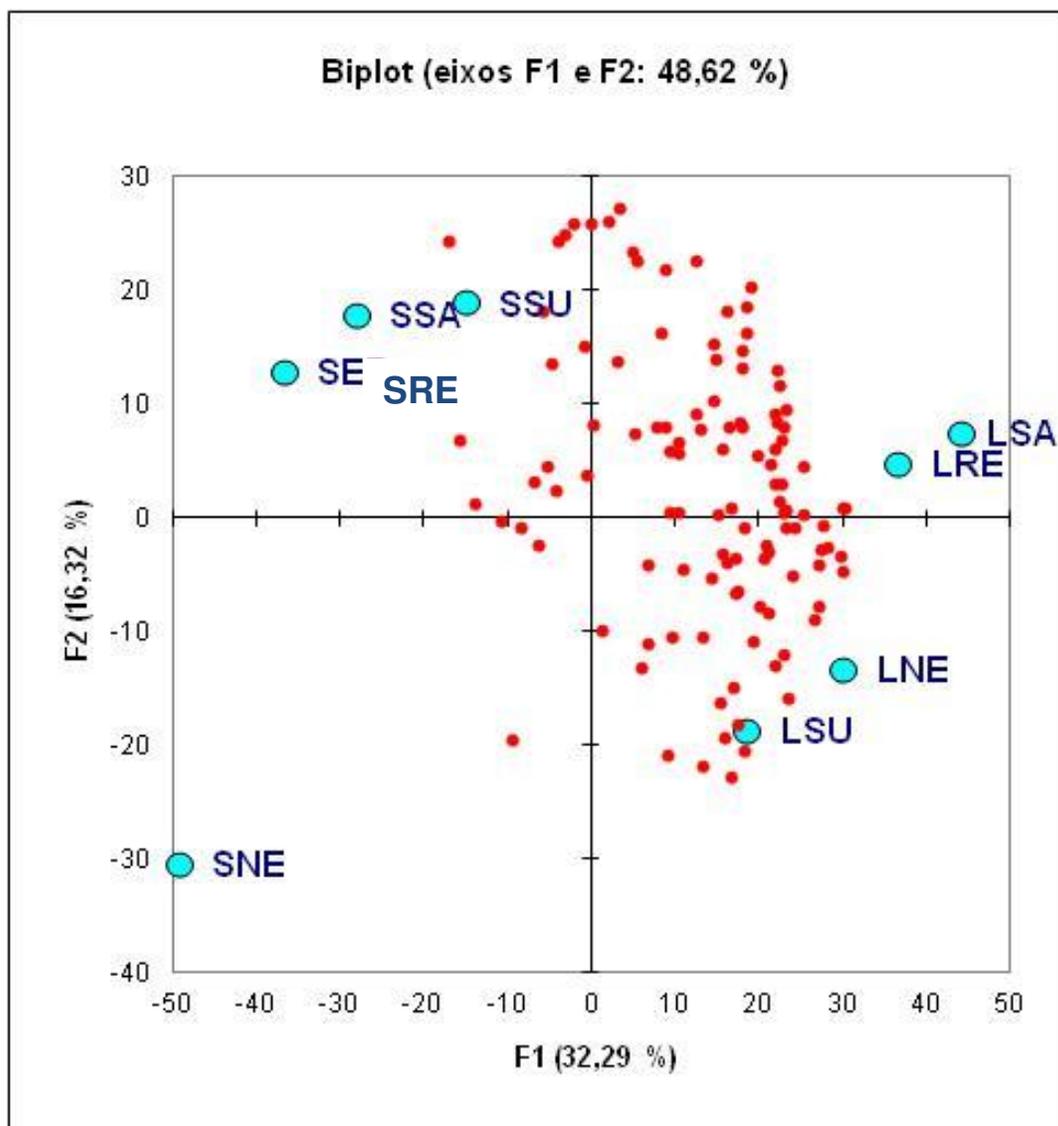
Enfim, considerando a impressão global no início da estocagem das amostras, destacam-se os chocolates ao leite contendo rebaudiosídeo e neotame como semelhante ao tradicional. Entre os chocolates de soja não houve diferença entre todas as amostras, sendo a substituição da sacarose pelos três edulcorantes imperceptível ao nível de 5% de significância pelos provadores.

Visando a produção de um chocolate de soja diet que mais se assemelhe do produto tradicional (ao leite e com sacarose), a sucralose foi o edulcorante que apresentou melhores resultados: apenas os atributos de sabor e impressão global diferiram significativamente a 5%.

Na Figura 4.1, os consumidores foram representados por pontos em um espaço vetorial, que indicam a direção de preferência de cada consumidor em relação às amostras, ou seja, eles foram alocados próximos à região das amostras preferidas.

O Mapa de Preferência Interno (MDPREF) gerou um espaço sensorial representado por dimensões que explicam 48,62% da variação total entre as amostras (Figura 4.1).

Figura 4.1 Mapa de Preferência Interno (Teste de aceitação n=113)



Os resultados obtidos pelo MDPREF sugerem que os chocolates ao leite apresentam um mesmo perfil sensorial, enquanto as amostras de soja foram aceitas de forma distinta pelos consumidores analisados. A versão diet do chocolate de soja contendo neotame ficou alocada no quadrante contendo menor número de consumidores. O chocolate ao leite

contendo sucralose e rebaudiosídeo obtiveram considerável aceitação pelos consumidores em geral, permanecendo o mais próximo da versão tradicional.

Segundo Oliveira *et al.* (2004), o emprego da técnica de mapa de preferência para sobremesas lácteas tradicionais e *diet* proporcionou uma avaliação mais abrangente do comportamento dos provadores, permitindo identificar diferentes grupos de consumidores. Esse mesmo teste, empregado para avaliação de água de coco e suco de caju clarificado, permitiu identificar a segmentação dos consumidores na avaliação global, e pôde caracterizar a preferência desses grupos (CARVALHO *et al.*, 2006).

Após 3 meses de estocagem a 20°C os chocolates foram novamente submetidos ao teste sensorial afetivo com 112 consumidores deste produto. No que se diz respeito à aparência, notou-se que houve semelhança entre todos os chocolates ao leite e entre as amostras de soja contendo sacarose e sucralose como constituintes. Apenas os chocolates de soja com rebaudiosídeo e neotame, em relação à amostra convencional ao leite, diferiram significativamente (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 3 meses (n = 112, F70:42M)

Amostras ¹	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão
LSA	6,08 ^a	5,79 ^a	5,62 ^a	5,75 ^a	5,46 ^a	5,08 ^{ab}	5,85 ^a
LSU	5,78 ^{ab}	5,15 ^{bc}	5,12 ^b	5,01 ^{bc}	5,24 ^a	5,33 ^{ab}	5,31 ^b
LRE	5,78 ^{ab}	5,21 ^{bc}	5,37 ^{ab}	5,26 ^{ab}	4,88 ^{ab}	4,88 ^{bc}	5,39 ^{ab}
LNE	5,75 ^{ab}	5,09 ^{bcd}	5,09 ^b	5,19 ^{ab}	5,23 ^a	5,60 ^a	5,45 ^{ab}
SSA	5,78 ^{ab}	5,02 ^{bcd}	5,09 ^b	3,83 ^e	3,74 ^c	3,57 ^d	4,22 ^d
SSU	5,80 ^{ab}	5,28 ^b	5,17 ^{ab}	4,45 ^{cd}	4,40 ^b	4,36 ^c	4,77 ^c
SRE	5,60 ^b	4,74 ^d	5,07 ^b	4,13 ^{de}	3,70 ^c	3,65 ^d	4,31 ^{cd}
SNE	5,45 ^b	4,85 ^{cd}	5,02 ^b	3,57 ^e	3,31 ^c	3,65 ^d	3,94 ^d
MDS ²	0,38	0,41	0,47	0,59	0,59	0,57	0,48

¹Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*. F(feminino) e M(masculino).

²MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

Assim, para os atributos de aparência, brilho e aroma não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os chocolates de soja *diet* e o de soja contendo sacarose. Já para os chocolates ao leite, percebeu-se que não houve diferença significativa das versões *diet* para sua correspondente com sacarose nos quesitos de aparência, derretimento e força ao quebrar o chocolate (Tabela 4.4).

Alterações maiores foram verificadas na aceitação quanto ao derretimento dos chocolates na boca, evidenciadas pela diferença significativa ao nível de 5% entre a amostra controle ao leite e as formuladas com soja. Este fato é claramente explicado pela presença do leite nos chocolates que, além de aumentar o valor nutritivo do alimento, influencia na viscosidade e textura, contribuindo até para um aumento da vida-de-prateleira (CHARLEY e WEAVER, 1998).

Passados seis meses de estocagem (Tabela 4.5), apenas a amostra LRE se assemelhou à LSA em relação à aparência, contudo não diferiu significativamente dos demais chocolates ao leite *diet*. Enquanto isso, o chocolate de soja contendo neotame e o contendo sucralose apresentaram as piores aceitações para este atributo, com médias na região de rejeição de consumo.

Tabela 4.5 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 6 meses (n = 124, F71:53M)

Amostras ¹	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão
LSA	6,35 ^a	6,11 ^a	5,83 ^a	5,94 ^a	5,85 ^a	5,54 ^{ab}	6,00 ^a
LSU	5,84 ^b	5,28 ^b	5,56 ^{ab}	5,50 ^{ab}	5,49 ^{ab}	5,51 ^{ab}	5,50 ^b
LRE	5,99 ^{ab}	5,47 ^b	5,45 ^{ab}	5,25 ^{bc}	5,08 ^b	5,21 ^b	5,53 ^{ab}
LNE	5,85 ^b	5,44 ^b	5,57 ^{ab}	4,90 ^c	5,33 ^{ab}	6,00 ^a	5,38 ^b
SSA	4,70 ^d	3,84 ^d	4,97 ^c	3,58 ^d	3,54 ^c	3,27 ^c	3,74 ^c
SSU	5,37 ^c	4,64 ^c	5,09 ^{bc}	4,10 ^d	4,01 ^c	3,78 ^c	4,19 ^c
SRE	5,33 ^c	4,53 ^c	5,09 ^{bc}	3,75 ^d	3,59 ^c	3,58 ^c	4,02 ^c
SNE	3,77 ^e	3,37 ^d	4,35 ^d	2,73 ^e	2,68 ^d	2,60 ^d	2,86 ^d
MDS ²	0,44	0,48	0,49	0,58	0,56	0,57	0,49

¹Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*. F(feminino) e M(masculino).

²MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

Todas as amostras obtiveram médias diferentes significativamente do chocolate ao leite adoçado com açúcar para o atributo brilho. Os chocolates ao leite *diet* não diferiram entre si. Além disso, em relação aos chocolates de soja, a amostra contendo neotame não diferiu significativamente da adoçada com sacarose.

Para o atributo aroma não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os chocolates ao leite. Porém, dentre os chocolates de soja, apenas o adoçado com neotame diferiu dos demais. Avaliando os resultados de sabor, apenas o chocolate com sucralose não diferiu significativamente do chocolate ao leite convencional. Enquanto isso, entre os chocolates de soja, somente o adoçado com neotame diferiu significativamente dos demais, sendo o menos aceito pelos provadores (média de 2,75).

Os chocolates ao leite *diet* não diferiram entre si no que se diz respeito ao derretimento na boca. Além disso, apenas a amostra com rebaudiosídeo diferiu significativamente da adoçada com açúcar. Para os chocolates de soja somente o neotame diferiu do restante e, da mesma forma, ocorreu para o atributo força (Tabela 4.5).

O atributo geral denominado impressão global gerou resultados nos quais os chocolates ao leite *diet* não diferiram entre si ao nível de 5% de significância, entretanto todos se diferiram da amostra contendo sacarose. Em relação aos chocolates de soja, os edulcorantes sucralose e rebaudiosídeo não diferiram da amostra contendo açúcar. O chocolate SNE apresentou a menor média de aceitação com valor correspondente à rejeição.

Diante dos resultados apresentados por todos os chocolates de soja na Tabela 4.5 em relação à impressão global, força, derretimento e sabor (com médias na faixa de rejeição pelos consumidores participantes), decidiu-se finalizar os testes afetivos com as amostras SSA, SSU, SRE e SNE, permanecendo somente a avaliação dos chocolates ao leite. De tal modo, como relatado por CHARLEY e WEAVER (1998), a presença do leite nos chocolates influencia diretamente na vida-de-prateleira, principalmente nas características relacionadas à textura.

Dos resultados obtidos no tempo de 8 meses de vida-de-prateleira destaca-se a permanência do sabor, derretimento, força e impressão global entre as amostras contendo sucralose e rebaudiosídeo em relação à adoçada com sacarose (Tabela 4.6). Para o

chocolate contendo neotame apenas o atributo de aroma não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) da amostra com sacarose.

Tabela 4.6 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 8 meses (n = 119, F79:40M)

Amostras ¹	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão
LSA	7,43 ^a	6,76 ^a	6,62 ^a	6,39 ^a	5,98 ^a	5,22 ^b	6,45 ^a
LSU	6,63 ^{bc}	5,45 ^c	6,15 ^b	5,98 ^a	5,47 ^a	5,81 ^a	6,03 ^a
LRE	6,92 ^b	6,21 ^b	6,18 ^{ab}	6,21 ^a	5,70 ^a	5,85 ^a	6,35 ^a
LNE	6,34 ^c	5,17 ^c	6,17 ^{ab}	4,75 ^b	3,99 ^b	4,31 ^c	4,84 ^b
MDS ²	0,33	0,45	0,46	0,57	0,55	0,53	0,46

Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*. F(feminino) e M(masculino).

²MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

Diante dos valores de impressão global obtidos no intervalo de aceitação, conforme a Tabela 4.6, mantiveram-se a avaliação de todos os chocolates ao leite para o estudo de vida útil.

Após os 10 meses de estocagem dos chocolates não houve diferença de aroma entre todas as amostras. Isto pode ser explicado pelo desenvolvimento de compostos aromáticos nos chocolates em função do tempo (Tabela 4.7).

Tabela 4.7 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 10 meses (n = 113, F70:43M)

Amostras ¹	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão
LSA	7,21 ^a	6,70 ^a	6,35 ^a	6,49 ^a	6,22 ^a	5,41 ^a	6,66 ^a
LSU	6,51 ^{bc}	5,67 ^b	6,11 ^a	5,72 ^b	5,23 ^b	5,44 ^a	5,93 ^b
LRE	6,75 ^b	5,98 ^b	6,13 ^a	5,67 ^b	4,74 ^c	4,57 ^b	5,69 ^b
LNE	6,30 ^c	5,63 ^b	6,00 ^a	4,40 ^c	3,96 ^d	4,54 ^b	4,82 ^c
MDS ²	0,32	0,38	0,44	0,57	0,49	0,54	0,41

¹Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*. F(feminino) e M(masculino).

²MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

A sucralose foi o único edulcorante que não diferiu significativamente do chocolate contendo açúcar, para o atributo força após os 10 meses de estocagem. Para os demais atributos a amostra com sacarose apresentou-se diferente significativamente ao nível de 5% dos chocolates *diet*.

Os mesmos resultados ocorridos no 10º mês de estocagem em relação à sucralose foram evidenciados no mês seguinte (Tabela 4.8). Entretanto, diferiu significativamente do aroma em relação à amostra com sacarose.

Tabela 4.8 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 11 meses (n = 112, F73:39M)

Amostras ¹	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão
LSA	7,04 ^a	6,49 ^a	6,49 ^a	6,75 ^a	6,37 ^a	5,36 ^{ab}	6,86 ^a
LSU	5,63 ^c	4,91 ^c	5,80 ^b	5,64 ^b	5,09 ^b	5,61 ^a	5,74 ^b
LRE	6,61 ^b	5,87 ^b	5,98 ^b	5,73 ^b	4,77 ^{bc}	4,96 ^b	5,64 ^b
LNE	6,50 ^b	5,68 ^b	6,02 ^{ab}	5,35 ^b	4,45 ^c	4,99 ^b	5,33 ^b
MDS ²	0,38	0,48	0,52	0,61	0,58	0,56	0,50

¹Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*. F(feminino) e M(masculino).

²MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

A presença de açúcar reduz a atividade de água, prolongando a vida-de-prateleira e conferindo boas propriedades de textura e brilho. Da mesma forma o leite em pó, que é o produto obtido por desidratação do leite, contribui para diminuição da umidade.

Outra contribuição importante para a manutenção das características sensoriais dos chocolates está relacionada ao uso de emulsificantes. A lecitina de soja e o PGPR reduzem o *fat bloom* (migração de gordura para a superfície responsável).

Após os 12 meses de estocagem e acompanhamento, foram observados que os chocolates ao leite *diet* mantiveram notas na região de aceitação para os aspectos de aparência, aroma, sabor e impressão global (Tabela 4.9).

Tabela 4.9 Resultados da aceitação das oito amostras de chocolates após 12 meses (n = 120, F74:46M)

Amostras ¹	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão
LSA	6,85 ^a	6,21 ^a	6,14 ^a	6,16 ^a	5,37 ^a	4,50 ^{ab}	6,07 ^a
LSU	5,22 ^c	4,34 ^c	5,67 ^{ab}	5,15 ^b	4,45 ^b	4,72 ^{ab}	5,08 ^b
LRE	6,27 ^b	5,40 ^b	5,52 ^b	4,91 ^b	3,80 ^c	4,20 ^b	5,05 ^b
LNE	5,94 ^b	5,18 ^b	5,64 ^{ab}	4,64 ^b	4,42 ^b	4,99 ^a	4,97 ^b
MDS ²	0,42	0,48	0,50	0,63	0,53	0,52	0,46

¹Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*. F(feminino) e M(masculino).

²MDS: Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

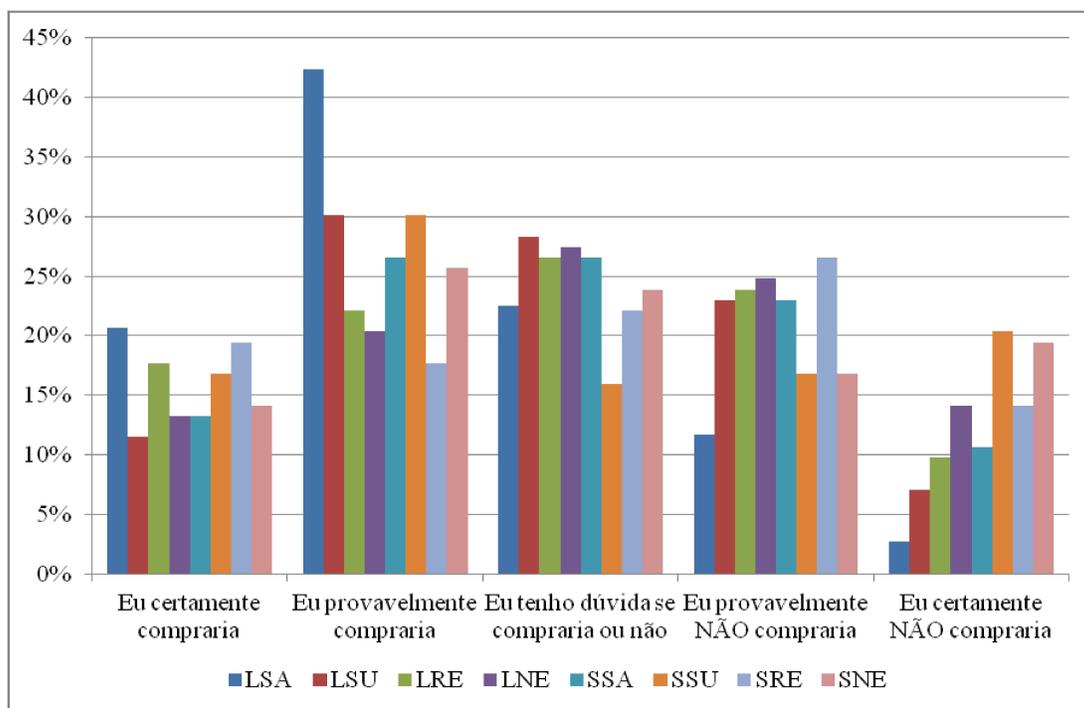
O chocolate com rebaudiosídeo e neotame não diferiram da amostra LSA para os quesitos de aparência e brilho.

A maioria dos consumidores demonstrou maior intenção de compra (certamente comprariam o produto) pelas amostras contendo rebaudiosídeo, tanto para os chocolates ao leite quanto para os de soja (Figura 4.2).

Os chocolates ao leite e de soja contendo sucralose representaram valores acima de 40% de resposta caracterizada como certamente/provavelmente comprariam o produto. Já o neotame obteve maior intenção de compra quando associado ao chocolate de soja do que ao leite (Figura 4.2).

Os demais gráficos referentes à atitude dos consumidores frente à compra ou não dos chocolates encontram-se do Apêndice E ao Apêndice I.

Figura 4.2 Porcentagem de respostas dos consumidores em relação à intenção de compra dos chocolates ao leite e de soja com sacarose e *diet*, no tempo zero (n=113)



Foi avaliado o perfil dos provadores no teste inicial (tempo zero) sob a forma de questionário e as seguintes informações foram coletadas: 63,72% do sexo feminino; 33,63% com menos de 20 anos de idade e 61,95% à faixa etária entre 20 e 29 anos. Destes, 53,10% afirmaram consumir chocolates semanalmente e 25,66% diariamente. Dentre eles, 57,36% consumiam chocolate tipo ao leite, seguidos de 18,38% meio amargo, 13,95% branco e 9,30% amargo. Foi questionada também a preferência em relação à variedade dos chocolates, sendo que 98,23% preferem o chocolate convencional, adoçado com açúcar comparado com 1,77% que disseram preferir os *diet*.

Visando uma abordagem alternativa da aceitação dos chocolates em relação aos tempo de vida útil, foi realizada uma comparação dos resultados de cada tempo para cada amostra separadamente (Tabela 4.10). Facilitando a visualização do comportamento destes chocolates em função do tempo de estocagem foram plotadas as curvas de cada amostra em função do tempo (Figuras 4.3 a 4.10).

Tabela 4.10 Médias de aceitação durante estocagem aos 0, 3, 6, 8, 10, 11 e 12 meses para os chocolates ao leite e 0, 3 e 6 meses para os chocolates de soja

Amostras	Tempo de estocagem (meses)	Aparência	Brilho	Aroma	Sabor	Derretimento	Força	Impressão global
LSA	0	6,21 ^d	5,91 ^{bc}	5,60 ^c	5,75 ^b	5,38 ^c	5,02 ^b	5,82 ^d
	3	6,08 ^d	5,78 ^c	5,62 ^c	5,75 ^b	5,46 ^{bc}	5,08 ^{ab}	5,85 ^d
	6	6,36 ^{cd}	6,15 ^{abc}	5,82 ^{bc}	5,91 ^{ab}	5,83 ^{abc}	5,47 ^a	5,97 ^{cd}
	8	7,43 ^a	6,78 ^a	6,65 ^a	6,46 ^{ab}	6,07 ^{abc}	5,37 ^a	6,52 ^{abc}
	10	7,20 ^{ab}	6,69 ^a	6,37 ^{ab}	6,49 ^{ab}	6,24 ^{bc}	5,42 ^a	6,66 ^{ab}
	11	7,04 ^{ab}	6,49 ^{ab}	6,49 ^{ab}	6,75 ^a	5,37 ^a	5,36 ^{ab}	6,86 ^a
	12	6,85 ^{ab}	6,21 ^{abc}	6,14 ^{abc}	6,16 ^{ab}	6,37 ^c	4,50 ^b	6,07 ^{bcd}
LSU	0	5,86 ^{bc}	5,20 ^a	5,50 ^b	5,04 ^b	4,79 ^{ab}	5,33 ^{ab}	5,21 ^c
	3	5,78 ^c	5,15 ^a	5,12 ^b	5,01 ^b	5,24 ^{ab}	5,33 ^{ab}	5,31 ^{bc}
	6	5,86 ^{bc}	5,25 ^a	5,55 ^{ab}	5,47 ^{ab}	5,42 ^a	5,44 ^{ab}	5,44 ^{abc}
	8	6,67 ^a	5,51 ^a	6,15 ^a	5,99 ^a	5,54 ^a	5,84 ^a	6,06 ^a
	10	6,53 ^{ab}	5,70 ^a	6,14 ^a	5,74 ^{ab}	5,26 ^{ab}	5,45 ^{ab}	5,95 ^{ab}
	11	5,63 ^c	4,91 ^{ab}	5,80 ^{ab}	5,64 ^{ab}	5,09 ^{ab}	5,61 ^a	5,74 ^{abc}
	12	5,22 ^c	4,34 ^b	5,66 ^{ab}	5,15 ^b	4,45 ^b	4,72 ^b	5,08 ^c
LRE	0	6,09 ^{cd}	5,60 ^{abc}	5,67 ^{abc}	5,40 ^{ab}	5,59 ^{ab}	5,77 ^{ab}	5,74 ^{ab}
	3	5,78 ^d	5,21 ^c	5,37 ^c	5,26 ^b	4,88 ^{ab}	4,87 ^{cd}	5,39 ^b
	6	5,98 ^d	5,46 ^{bc}	5,40 ^{bc}	5,18 ^b	4,99 ^{ab}	5,16 ^{abc}	5,45 ^b
	8	6,97 ^a	6,26 ^a	6,23 ^a	6,16 ^a	5,68 ^a	5,92 ^a	6,33 ^a
	10	6,76 ^{ab}	5,99 ^{ab}	6,14 ^{ab}	5,65 ^{ab}	4,77 ^b	4,58 ^{cd}	5,69 ^{ab}
	11	6,61 ^b	5,87 ^b	5,98 ^{abc}	5,73 ^{ab}	4,77 ^b	4,96 ^{bcd}	5,64 ^{ab}
	12	6,27 ^{bcd}	5,40 ^b	5,52 ^{abc}	4,91 ^b	3,80 ^c	4,20 ^d	5,05 ^b
LNE	0	5,96 ^{ab}	5,57 ^a	5,58 ^{ab}	5,17 ^{ab}	5,22 ^{ab}	5,65 ^{ab}	5,52 ^a
	3	5,75 ^b	5,09 ^a	5,09 ^b	5,19 ^{ab}	5,23 ^{ab}	5,60 ^{ab}	5,45 ^a
	6	5,86 ^{ab}	5,43 ^a	5,55 ^{ab}	4,99 ^{ab}	5,45 ^a	5,99 ^a	5,41 ^a
	8	6,39 ^{ab}	5,20 ^a	6,23 ^a	4,87 ^{ab}	4,12 ^c	4,43 ^c	4,95 ^a

	10	6,32 ^{ab}	5,66 ^a	6,00 ^a	4,43 ^b	3,99 ^c	4,54 ^c	4,84 ^a
	11	6,50 ^a	5,68 ^a	6,02 ^a	5,35 ^a	4,45 ^{bc}	4,99 ^{bc}	5,33 ^a
	12	5,94 ^{ab}	5,18 ^a	5,64 ^{ab}	4,64 ^{ab}	4,42 ^{bc}	4,99 ^{bc}	4,97 ^a
SSA	0	6,09 ^a	5,73 ^a	5,72 ^a	4,22 ^a	4,32 ^a	4,65 ^a	4,68 ^a
	3	5,78 ^a	5,02 ^b	5,09 ^{ab}	3,83 ^{ab}	3,74 ^{ab}	3,57 ^b	4,22 ^{ab}
	6	4,69 ^b	3,85 ^c	4,90 ^b	3,54 ^b	3,56 ^b	3,24 ^b	3,74 ^b
SSU	0	6,00 ^a	5,81 ^a	5,67 ^a	4,53 ^a	4,84 ^a	4,80 ^a	5,01 ^a
	3	5,80 ^{ab}	5,27 ^b	5,17 ^{ab}	4,45 ^a	4,40 ^{ab}	4,36 ^{ab}	4,77 ^a
	6	5,35 ^b	4,61 ^c	5,03 ^b	4,09 ^a	3,92 ^b	3,74 ^b	4,15 ^b
SRE	0	5,76 ^a	5,45 ^a	5,56 ^a	4,22 ^a	4,77 ^a	4,60 ^a	4,72 ^a
	3	5,60 ^a	4,74 ^b	5,07 ^a	4,13 ^a	3,70 ^b	3,65 ^b	4,31 ^{ab}
	6	5,31 ^a	4,49 ^b	5,06 ^a	3,68 ^a	3,52 ^b	3,53 ^b	3,98 ^b
SNE	0	5,85 ^a	5,39 ^a	5,32 ^a	3,87 ^a	3,60 ^a	4,15 ^a	4,19 ^a
	3	5,45 ^a	4,85 ^a	5,02 ^a	3,57 ^a	3,31 ^a	3,65 ^a	3,94 ^a
	6	3,82 ^b	3,39 ^b	4,36 ^b	2,75 ^b	2,59 ^b	2,59 ^b	2,85 ^b

Numa mesma coluna e para uma mesma amostra, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$, segundo o teste de *Tukey*.

O estudo de vida-de-prateleira com chocolates ao leite revelou que o neotame foi o único edulcorante que não sofreu alteração significativa durante o período de estocagem. Ou seja, todos os parâmetros avaliados no 12º mês permaneceram inalterados em comparação ao tempo inicial do estudo. Porém o mesmo não ocorreu para os chocolates de soja, sendo a alteração evidenciada no 6º mês de armazenamento, em todos os atributos.

A sucralose apresentou apenas o brilho como diferente significativamente em relação ao tempo zero entre os chocolates ao leite, sendo assim, um período de vida-de-prateleira adequado para um chocolate *diet*. Quando comparado entre os chocolates de soja o único atributo que não apresentou diferença após os 6 meses de armazenamento foi o sabor.

Para o rebaudiosídeo, considerando tanto os chocolates ao leite quanto os de soja, os atributos de textura foram prejudicados com o decorrer do tempo. Além dos atributos de derretimento na boca e força para quebrar o chocolate, o brilho e a impressão global

sofreram alteração significativa nas amostras de soja. Inclusive o chocolate de soja contendo sacarose obteve diferença significativa no período de estocagem em todos os parâmetros.

Figura 4.3 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo sacarose

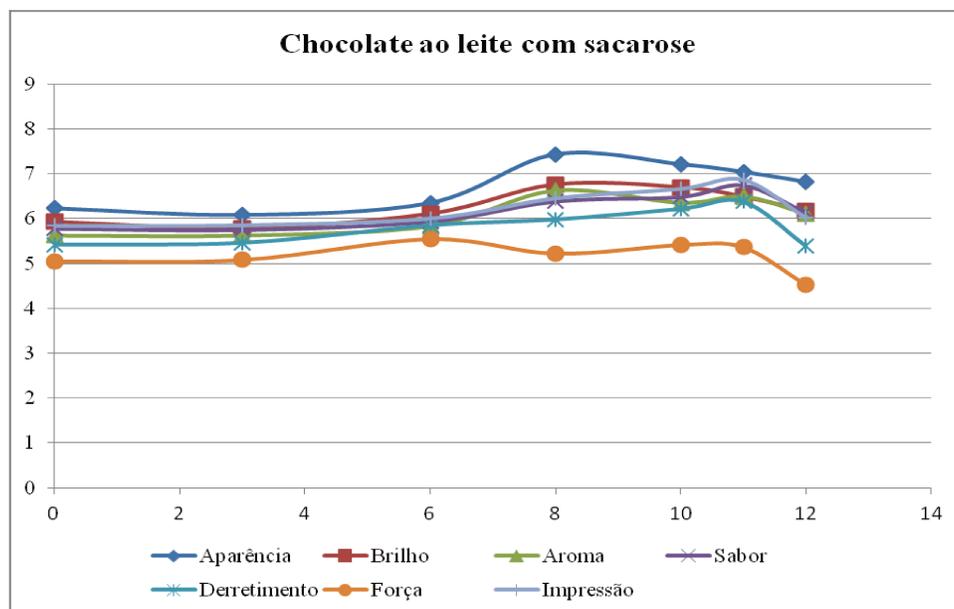


Figura 4.4 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo sucralose

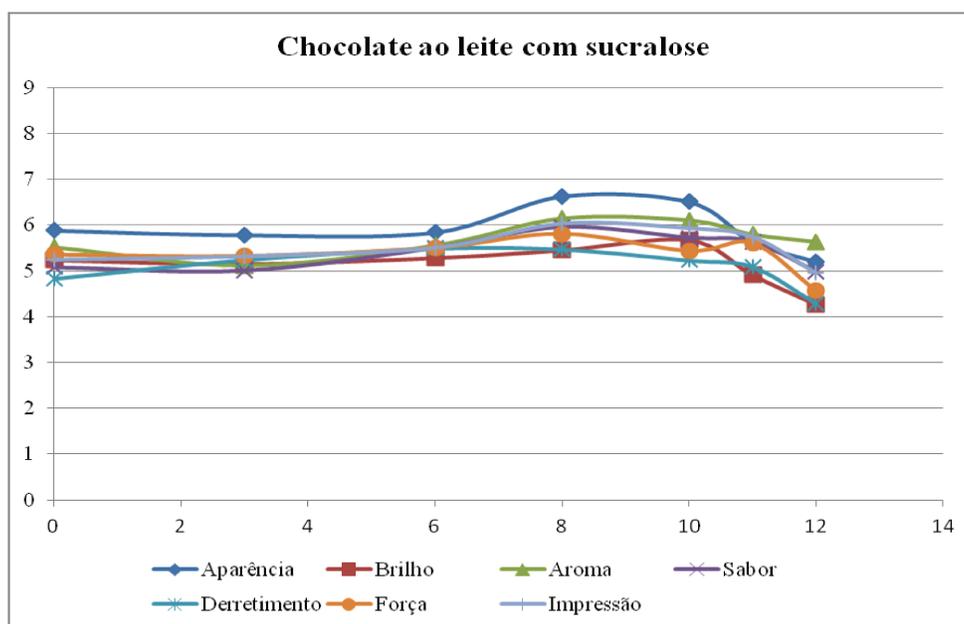


Figura 4.5 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo rebaudiosídeo

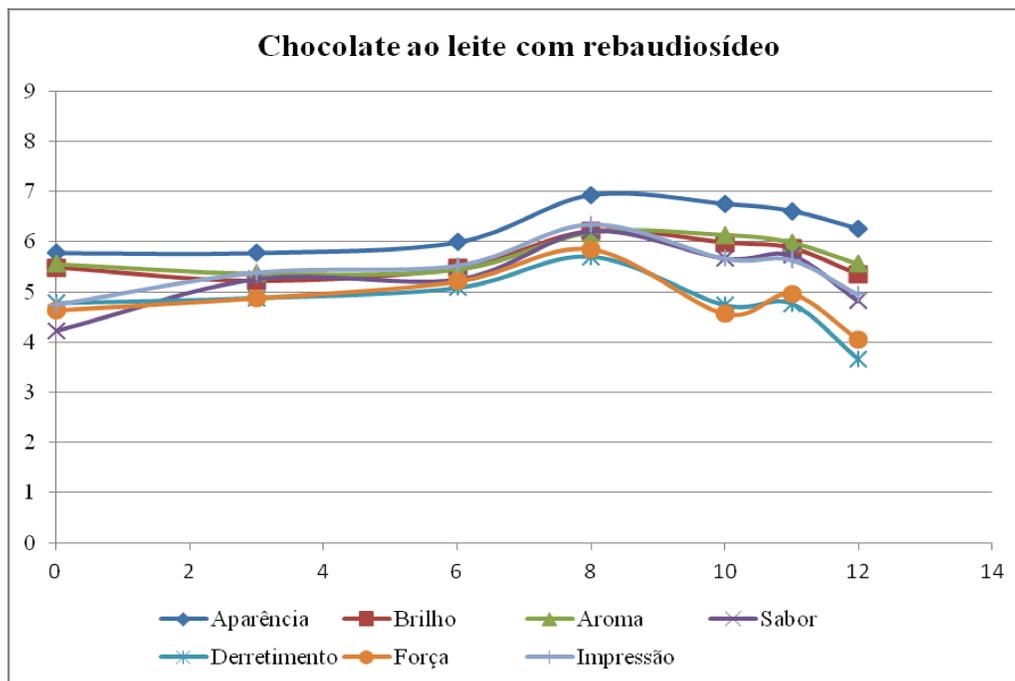
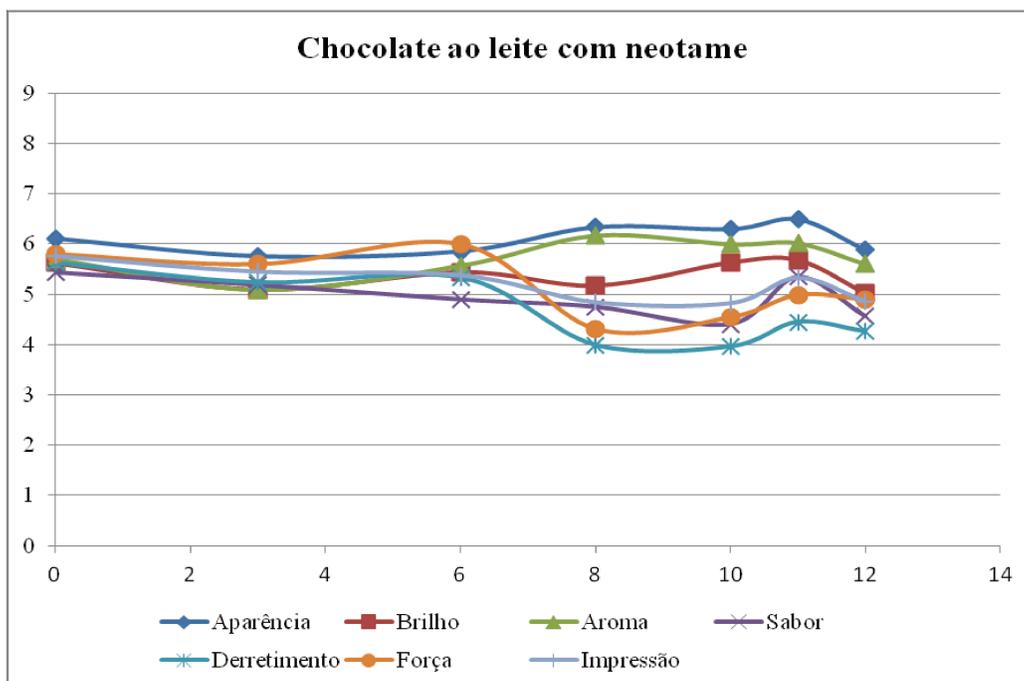


Figura 4.6 Evolução da aceitabilidade durante os 12 meses de estocagem do chocolate ao leite contendo neotame



Ocorreu uma semelhança de comportamento entre os chocolates ao leite durante o período de armazenamento e controle de vida-de-prateleira: todos apresentaram um acréscimo de aceitabilidade ao decorrer dos meses para aparência, aroma e sabor, exceto para o chocolate com neotame (Figuras 4.3 a 4.6).

A explicação deste fato pode ter relação direta com o desenvolvimento do sabor no chocolate, onde os compostos responsáveis pelos atributos sensoriais se tornam predominantes no produto, até mesmo mascarando gostos residuais causado pelos edulcorantes.

Segundo Charley & Weaver (1998) as principais funções do leite em pó no chocolate estão relacionadas com o fornecimento de sabor, promoção da reação de *Maillard* e enriquecimento nutricional. Sendo assim, sua presença influencia no tempo de estocagem.

A maioria dos chocolates ao leite apresentou o pico máximo de aceitação em 8 meses de vida-de-prateleira, sendo seguido por um declínio e encerramento do estudo em 12 meses de estocagem com faixa entre desgostei ligeiramente (4,0) e gostei ligeiramente (5,0).

Figura 4.7 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo sacarose

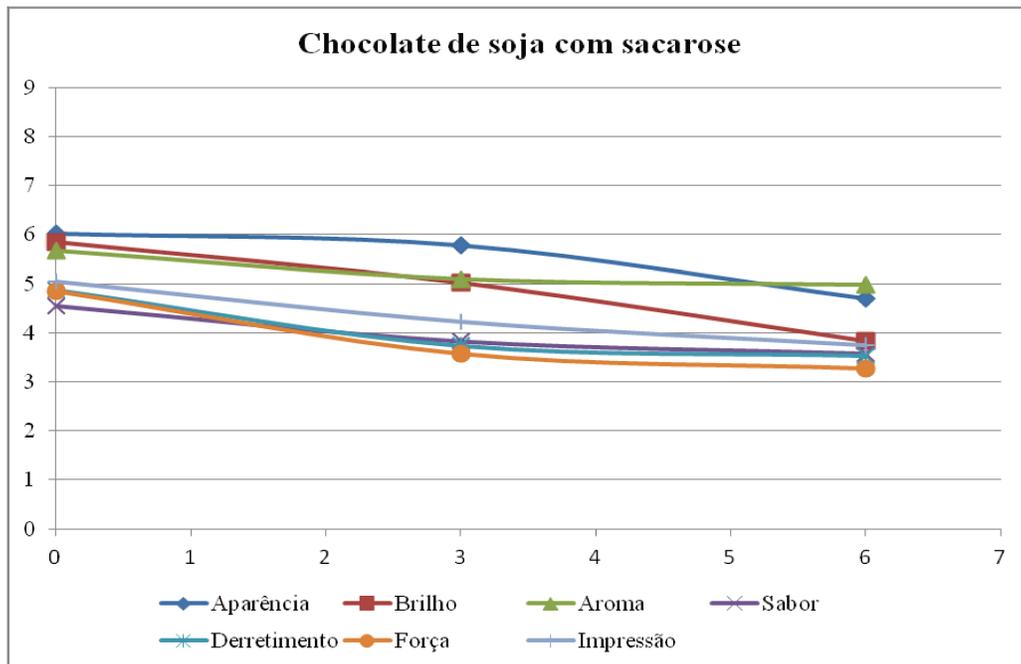


Figura 4.8 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo sucralose

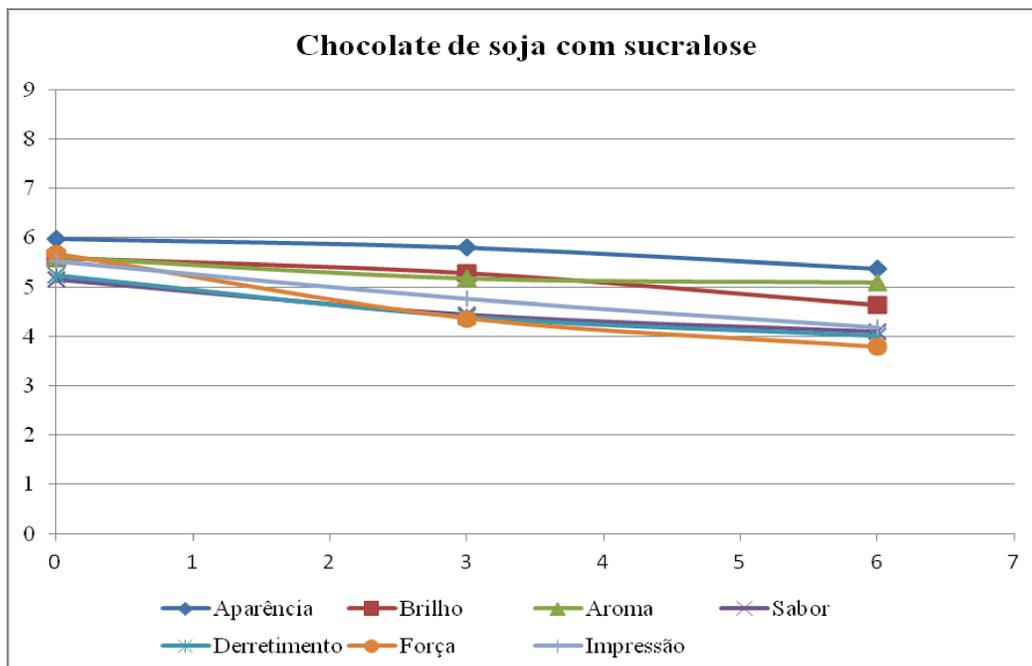


Figura 4.9 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo rebaudiosídeo

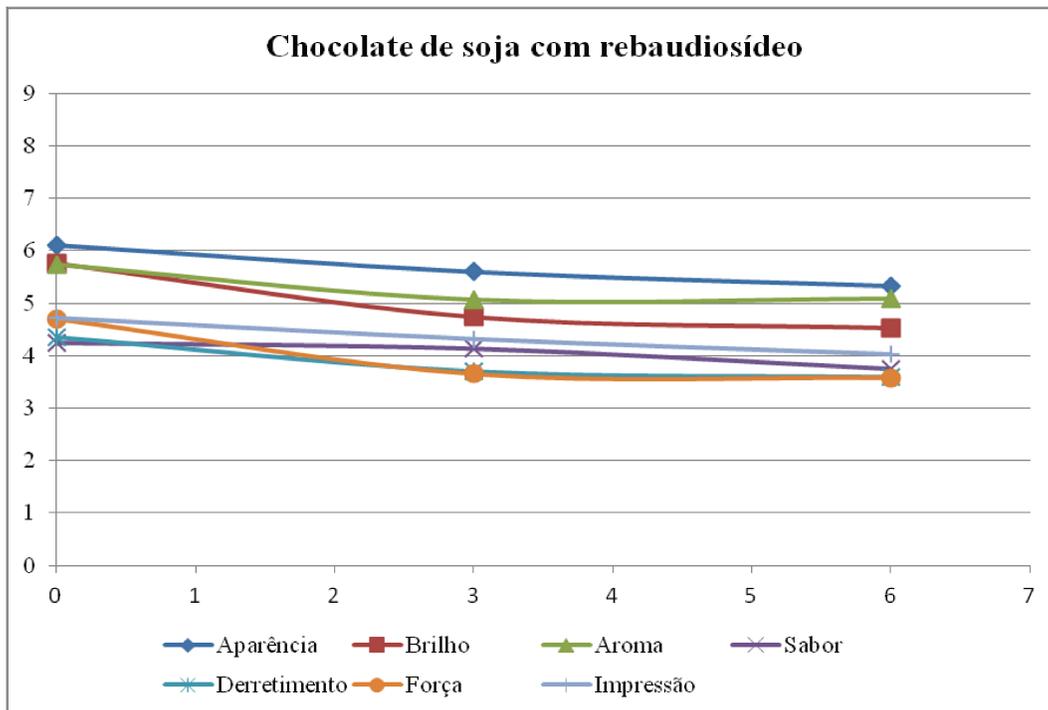
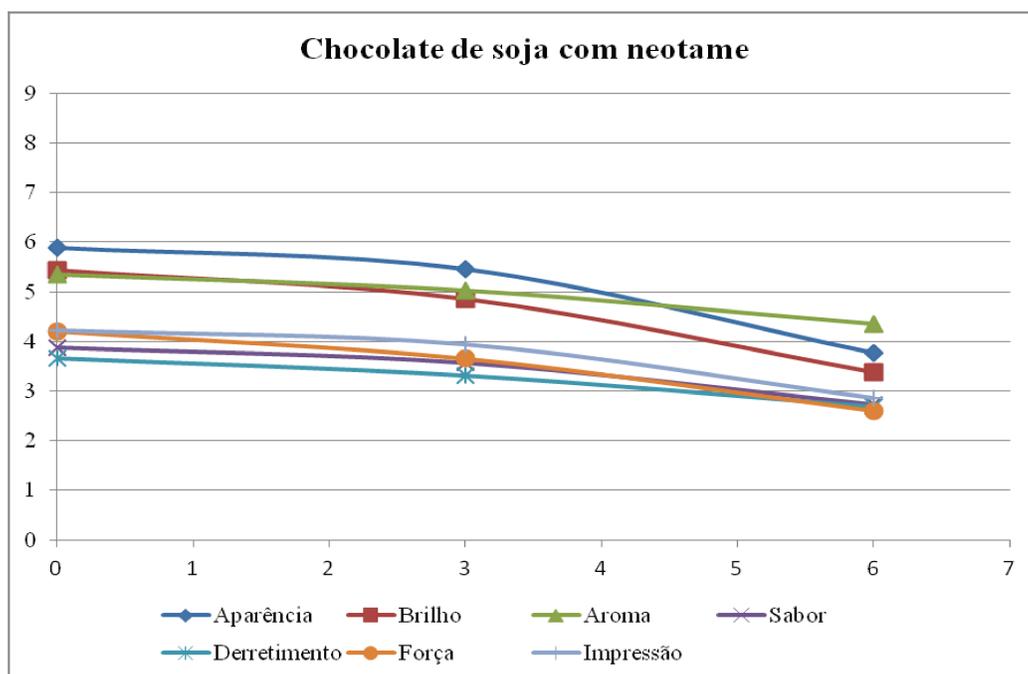


Figura 4.10 Evolução da aceitabilidade durante os 6 meses de estocagem do chocolate de soja contendo neotame



Os chocolates de soja apresentaram taxa de decréscimo de aceitabilidade menos acentuada durante sua estocagem e com comportamento similar entre todos os parâmetros avaliados (Figuras 4.7 a 4.10). A ausência do leite proporcionou uma diminuição da vida-de-prateleira à metade sendo o derretimento na boca e o sabor os principais causadores desta avaliação afetiva. Assim como evidenciado por Charley & Weaver (1998), a presença de leite em pó influencia na viscosidade e na textura do produto, contribuindo para o aumento da vida-de-prateleira.

Dessa forma, ratifica-se que as mudanças que ocorrem nas características sensoriais de alimentos podem ser verificadas através de métodos sensoriais afetivos, aplicados na análise de amostras do produto estocado por diferentes intervalos de tempos.

Assim como descrito em estudo de 2008, o eritritol é uma opção de poliol ideal para utilização em balas e chocolates, sendo que a substituição total de açúcar por eritritol em chocolates permite redução calórica de 30%, combinado a excelente sabor e qualidade de textura (OS POLIOIS, 2008).

CONCLUSÃO

Dentro do prazo de estocagem comercial de chocolates do tipo ao leite, os resultados obtidos foram satisfatórios para os chocolates *diet*, sendo o atributo de derretimento o que apresentou menor média de aceitabilidade.

Dentre os chocolates *diet*, os consumidores demonstraram maior intenção de compra pelos chocolates contendo rebaudiosídeo, relatando que certamente os comprariam caso estivessem à venda. Isso ocorreu tanto para os chocolates ao leite quanto para os de soja.

Constatou-se a influência positiva que o leite proporciona durante a manutenção das características sensoriais nos chocolates ao longo da estocagem sob condições controladas de umidade e temperatura.

Confirma-se que o estudo de vida útil através da análise de aceitabilidade é efetivo e aplicável. Foi estabelecido que o limite máximo da análise de aceitação durante a estocagem dos chocolates seria baseado no período comercialmente determinado como validade em diferentes marcas de chocolates ao leite e de soja, 12 meses de vida útil. A avaliação por consumidores potenciais de chocolates torna o estudo abrangente e fidedigno, pois a percepção de prováveis alterações durante a validade do produto é facilmente detectada por pessoas que habitualmente consomem o produto.

REFERÊNCIAS

BECKETT, S.T. **La ciencia del chocolate**. Zaragoza: Acribia, 2000. 201p.

BIOSYSTEMES. **Software solutions for sensory analysis and consumer tests**. 2009. Fizz Sensory Software versão 2.40H. Couternon, França.

BORSCHIVER, S.; BOMTEMPO, J.V.; ANTUNES, A.S. O mercado de aditivos para alimentos: tendência quanto ao uso dos diferentes tipos. **Engenharia de alimentos** 20, p. 22-26, 1998.

CARROCCIO, A.; MONTALTO, G.; CAVERA, G.; NOTARBATOLO, A. (1998). Lactose intolerance and self-reported milk intolerance: relationship with lactose maldigestion and nutrient intake. Lactase Deficiency Study Group. **Journal of the American College of Nutrition**, 17(6):631-636.

CARVALHO, J.M. de; SOUSA, P.H.M. de; MAIA, G.A.; PRADO, G.M. de; GONÇALVES, M.C. Mapa de Preferência interno de bebida energética elaborada com água de coco e suco de caju clarificado. **Braz. J. Food. Technol.**, v.9, n.3, p. 171-175, 2006.

CHARLEY, H.; WEAVER, C. **Milk. Foods: a scientific approach**. Upper Saddle River: Merrill Prentice Hall, p.308-323, 1998.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ªed, Coleção Exatas. 2011. 426p.

GARCIA, A.O. Determinação da vida-de-prateleira pela análise sensorial. Reações de transformação de vida-de-prateleira de alimentos processados. **Manual técnico** nº6, 4ª ed., Campinas, 2010, p.64-72.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Orçamentos Familiares, 2008-2009. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. 2010.

MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effect in halls tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, n.2, p.129-148, 1989.

MATTAR, R; MAZO, D.F.C. Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Rev. Assoc. Med Bras**, 56(2), p.230-236, 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. 2004. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press: Boca Raton.

MELO, L.L.M.M.; BOLINI, H.M.A.; EFRAIM, P. Storage time study of sugar-free and reduced calorie milk chocolates. **Journal of Food Quality**, v. 32, p.577-589, 2009.

OLIVEIRA, A.P.V. de; FRASSON, K.; ALMEIDA, T.C.A. de; BENASSI, M.T. Aceitação de sobremesas lácteas dietéticas e formuladas com açúcar: teste afetivo e mapa de preferência interno. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.24, n.4, p.627-633, 2004.

OS POLIOIS. **Aditivos e Ingredientes**, p.35-48, n.58, set-out, 2008. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/81.pdf>. Acesso em 21 jan 2013.

PEREIRA, D.F.; FURLAN, S.A. Prevalência de intolerância à lactose em função da faixa etária e do sexo: experiência do Laboratório Dona Francisca, Joinville/SC. **Health and Environment Journal**, v.5, n.1, 2004.

PFEIFFER, C.; D'AUJOURD'HUI, J.W.; NUSSLI, J.; ESCHER, F. Optimizing food packaging and shelf life. **Food Technol.**, v.53, n.6, p.52-59, 1999.

SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2003. Versão 9.1.3 Service Pack 3. SAS Institute Inc. 2002-2003. Cary, NC. USA.

SEVÁ-PEREIRA A. 1981. **Má absorção de lactose do adulto em população brasileira.** Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP.

SMITH, S.M. PC-MDS – **Multidimensional Statistic Package**, version 5.1. Institute of Business MGT, Brigham Young University, Provo, UT. 1990. 309p.

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

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, é possível verificar que todos os objetivos propostos no projeto inicial foram plenamente alcançados e, portanto, é possível concluir:

- A utilização da análise tempo-intensidade para determinar a doçura equivalente dos edulcorantes foi determinante para a definição das concentrações dos adoçantes a serem introduzidas nos chocolates. Esta técnica permitiu avaliar a intensidade e tempo de duração da doçura, essencial ao processo de substituição de edulcorantes em alimentos, além de demonstrar o comportamento destes em função do tempo de exposição ao estímulo.
- O poder adoçante determinado durante a análise tempo-intensidade para os edulcorantes foram semelhantes aos especificados na literatura: sucralose 570 vezes mais doce que a sacarose, 200 vezes para rebaudiosídeo e 8600 para o neotame.
- Ainda em relação à análise temporal, a proposição de vincular em um mesmo gráfico os atributos de doçura, amargor, sabor de chocolate e derretimento na boca promoveu uma nova perspectiva do perfil dos chocolates. Assim, pôde-se visualizar o perfil similar entre o gosto doce e sabor de chocolate, baixo estímulo amargo e início do derretimento concomitantemente ao começo da ingestão, consolidando realmente o anseio dos consumidores para este tipo de produto.
- Comparativamente para os chocolates de soja, o perfil das características sensoriais mais desejáveis, como doçura e sabor de chocolate, permaneceram mesmo com a substituição da sacarose por sucralose. Entretanto, nos chocolates a base de soja contendo rebaudiosídeo, o amargor foi evidenciado no perfil temporal, sendo mais acentuado que o estímulo doce, e superando também o sabor de chocolate no caso da amostra contendo neotame.
- Especificamente para a característica sensorial “derretimento na boca”, os picos de intensidade máxima se iniciam logo após os demais estímulos. Satisfatoriamente os chocolates de soja mantiveram perfis semelhantes aos chocolates ao leite, gerando assim resultados positivos em relação à substituição deste ingrediente com função de fornecer cremosidade e auxiliar no derretimento durante a mastigação.

- Com a aplicação da Análise Descritiva Quantitativa e Teste de Aceitação ficou evidenciado que a sucralose foi o edulcorante que proporcionou a formulação com perfil sensorial descritivo com maior semelhança com o produto tradicional, evidenciando sua aplicação como uma alternativa para a substituição da sacarose em chocolates *light* em calorias e *diet*. Esse resultado também foi conclusivo na aceitação dos chocolates no tempo inicial de processo.
- Os chocolates adoçados com sucralose se apresentaram em posições próximas entre si, gerando assim similaridades tanto em meio lácteo quanto em base vegetal, como o extrato de soja.
- Contudo, a substituição da sacarose por rebaudiosídeo influenciou de forma mais positiva nos chocolates de soja do que no chocolate ao leite, devido principalmente às características de sabor inerentes aos produtos que utilizam este grão como matéria-prima.
- A aplicação de neotame foi semelhante quando ocorreu a substituição do leite por extrato de soja.
- Houve a existência de uma correlação entre a força obtida na análise instrumental de textura com o termo descritor de dureza gerado pela ADQ, demonstrando que os chocolates ao leite apresentam uma menor resistência à quebra em comparação aos contendo soja.
- Conforme as características inerentes aos edulcorantes houve um aumento de amargor residual tanto nos chocolates ao leite quanto nos contendo soja quando formulados com rebaudiosídeo e neotame.
- Importante ressaltar o mascaramento de gosto doce residual provocado pelos edulcorantes nos chocolates de soja *diet*, apresentando valores inferiores em comparação aos chocolates ao leite *diet*. Ainda relevante o comportamento do neotame no chocolate de soja, sendo o único que não diferiu significativamente do chocolate ao leite padrão em doçura residual.
- Considerando-se o prazo de validade comercial de chocolates do tipo ao leite, os resultados obtidos foram satisfatórios para os chocolates ao leite *diet*, sendo a característica sensorial “derretimento” o que apresentou menor média de aceitabilidade.

- Os consumidores potenciais de chocolate selecionados para análise de aceitação indicaram maior intenção de compra pelos chocolates contendo rebaudiosídeo, comparado aos demais chocolates *diet*, relatando que certamente os comprariam caso estivessem à venda. Isso ocorreu tanto para os chocolates *diet* ao leite quanto para os de soja.
- Constatou-se a influência positiva que o leite proporciona durante a manutenção das características sensoriais nos chocolates ao longo de sua estocagem, comprovados pela rejeição dos chocolates de soja a partir de 6 meses de vida útil.
- A utilização da análise de aceitabilidade em virtude do estudo de vida útil foi efetiva e considerada facilmente aplicável em diferentes tipos de alimentos e bebidas. A avaliação por consumidores potenciais de chocolates torna o estudo abrangente e fidedigno, pois a percepção de prováveis alterações durante a validade do produto é facilmente detectada por pessoas que habitualmente consomem o produto.
- Avanço no estudo da utilização do eritritol em alimentos foi possível diante da maior disponibilidade deste poliól no país e crescente apelo e tendência dos produtos *diet*. Concluiu-se que o calor de dissolução negativo, responsável pela característica de refrescância, pode ser eficientemente anulada com a combinação com polióis como a polidextrose.
- Foi possível obter uma formulação de chocolate em barra como alternativa para todos os intolerantes à lactose, alérgicos às proteínas do leite e/ou diabéticos, além de pessoas que apresentam alterações metabólicas relacionadas ao excesso de peso ou obesidade. Contudo, seu processamento em escala industrial deve ser restrito a áreas de processo isentas de produtos contendo lactose, garantindo dessa forma o comprometimento de isenção deste carboidrato.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Recrutamento de voluntários para as análises sensoriais

Nome: _____ Sexo: () F () M Idade: _____

Ocupação:

Aluno de graduação
 Aluno de pós-graduação
 Pesquisador (pós-doutorado)
 Professor
 Funcionário
 Outro (especifique): _____

Escolaridade:

1° grau incompleto
 1° grau completo
 2° grau incompleto
 2° grau completo
 Superior incompleto
 Superior completo
 Pós graduação

1. Você gosta de chocolate ao leite? _____ Sim _____ Não

2. Costuma consumir chocolate à base de soja? _____ Sim _____ Não

3. Indique na escala abaixo, o quanto você gosta ou desgosta de chocolates ao leite:

Gosto extremamente
 Gosto muito
 Gosto moderadamente
 Gosto ligeiramente
 Nem gosto/ nem desgosto
 Desgosto ligeiramente
 Desgosto moderadamente
 Desgosto muito
 Desgosto extremamente

4. Indique na escala abaixo, quanto de chocolate ao leite você consome em média:

Quase sempre (quase todo dia)
 Muito (3 a 4 porções/ semana)
 Moderado (1 a 2 porções/ semana)
 Pouco (menos de 1 porção por semana)
 Quase nunca (menos de 1 porção/ mês)

5. Costuma consumir chocolate diet? _____ Sim _____ Não

6. Informações complementares:
Está tomando alguma medicação? _____ Sim _____ Não
Caso esteja, qual? _____
Fumante? _____ Sim _____ Não

E-mail: _____
Telefone para contato: _____
Existe algum dia e horário que não possa participar dos testes? _____

APÊNCIDE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assinie ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvidas procurar o pesquisador responsável e no caso de reclamações e/ou denúncias você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP pelo telefone (19) 3521-8936.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: PERFIS SENSORIAIS DESCRITIVOS, TEMPO – INTENSIDADE MÚLTIPLOS E ESTUDOS DE CONSUMIDOR DE CHOCOLATES AO LEITE ISENTOS DE LACTOSE E DIETÉTICOS.

- Pesquisadora Responsável: Alessandra Bugatte Palazzo

Telefone para contato: (19) 35214070/ (19) 35214084

Responsável pela apresentação do TCLE e obtenção do consentimento.

- Professora Coordenadora: Dra Helena Maria André Bolini

Telefone para contato: (19) 3521 4083

Descrição da pesquisa:

Você será solicitado a realizar testes sensoriais que descrevem amostras de chocolate quanto à sua aparência, aroma, sabor e textura. Esses testes não apresentam riscos de qualquer natureza ou desconforto.

Justificativa:

A importância do estudo está na elaboração de produtos isentos de lactose e dietéticos (exceto a formulação com sacarose). Dessa forma, todos os indivíduos, e até mesmo os que apresentem alterações metabólicas como intolerância à lactose, problemas relacionados com excesso de peso ou diabetes, podem ser beneficiados com essa opção de chocolate, que é o mais comercializado e apreciado mundialmente por consumidores de diferentes faixas etárias.

Procedimento do teste que você participará:

Para a realização dos testes de avaliação sensorial será necessário avaliar os parâmetros de aparência, aroma, sabor e textura que caracterizam os chocolates e informar seu grau de preferência entre as amostras.

Após responderem o questionário para recrutamento de voluntários, todos os candidatos serão avaliados quanto ao seu consumo em relação ao produto em questão e a possíveis intolerâncias alimentares ou alterações metabólicas que possam ser prejudiciais à manutenção de sua saúde, sendo assim, individualmente comunicado de sua exclusão do estudo sensorial.

Benefícios decorrentes da participação na pesquisa:

Sua participação como voluntário, auxiliará um projeto de pesquisa que visa o desenvolvimento e levantamento de características importantes a serem consideradas durante o processamento de chocolates. Não há riscos previsíveis na participação do projeto.

Período de participação:

O período de participação no projeto de pesquisa será de 6 meses. Nesse período você será solicitado a comparecer em torno de 10 vezes, a um laboratório na UNICAMP, onde em menos que 30 minutos, você realizará o teste sensorial anteriormente descrito. Todos os resultados obtidos serão mantidos em sigilo pelos pesquisadores desse projeto.

O termo de consentimento poderá ser retirado a qualquer momento.

Nome e Assinatura do pesquisador: _____

Eu, _____, RG/ CPF/ n.ºde prontuário/ n.ºde matrícula _____, abaixo assinado, após ler os esclarecimentos acima, concordo em participar do estudo “PERFIS SENSORIAIS DESCRITIVOS, TEMPO – INTENSIDADE MÚLTIPLOS E ESTUDOS DE CONSUMIDOR DE CHOCOLATES AO LEITE ISENTOS DE LACTOSE E DIETÉTICOS.”, como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador _____ sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, deixando de participar da pesquisa.

Local e data:

Nome e Assinatura do sujeito ou responsável:

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar:

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____ Assinatura: _____

Nome: _____ Assinatura: _____

APÊNCIDE C – Dados experimentais obtidos através da análise de viscosidade para os chocolates ao leite (LSA, LSU, LRE e LNE) e chocolates de soja (SSA, SSU, SRE e SNE)

LSA						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	8,6	206,4	10,2	244,8	8,7	208,8
24	32,8	787,2	32,9	789,6	33	792
48	58,4	1420	58,4	1402	58,5	1404
24	33	792	32,9	789,6	32,7	784,8
9,6	17,1	410,4	17,2	412,8	17,2	412,8
4,8	11,5	276	11,5	276	11,7	280,8
2,4	8,3	199,2	8,5	204	8,5	204
4,8	11,5	276	11,6	278,4	11,6	278,4
9,6	17,1	410,4	17,2	412,8	17,2	412,8
24	32,8	787,2	32,9	789,6	33,1	794,4
48	58,4	1402	58,3	1399	58,7	1409

LSU						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	15	360	15,9	381,6	15,4	369,6
24	68	1632	70,9	1702	69,7	1673
48	-	-	-	-	-	-
24	67,4	1618	70,5	1692	68,9	1654
9,6	32,1	770,4	33,8	811,2	33	792
4,8	19,8	475,2	21	504	20,6	494,4
2,4	13,4	321,6	14,1	338,4	13,9	333,6
4,8	19,6	470,4	20,9	501,6	20,3	487,2
9,6	31,7	760,8	33,7	808,8	33	792
24	67,5	1620	70,7	1697	69,5	1668
48	-	-	-	-	-	-

LRE						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	16,4	393,6	17,4	417,6	16,7	400,8
24	79,4	1906	82,9	1990	84,4	2026
48	-	-	-	-	-	-
24	79,3	1903	82,6	1982	83,6	2006
9,6	36,4	873,6	37,8	907,2	38,8	931,2
4,8	21,7	520,8	22,8	547,2	23,4	561,6
2,4	14,1	338,4	15	360	15,1	362,4
4,8	21,7	520,8	22,8	547,2	23,6	566,4
9,6	36,6	878,4	37,7	904,8	39,4	945,6
24	80	1920	82,5	1980	85,4	2050
48	-	-	-	-	-	-

LNE						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	22,6	542,4	23,9	573,6	14,1	338,4
24	74,8	1795	78	1872	74,7	1793
48	-	-	-	-	-	-
24	76	1824	77,6	1862	73,9	1774
9,6	34,6	830,4	37,3	895,2	31,7	760,8
4,8	20	480	22,7	544,8	18,1	434,4
2,4	12,3	295,2	14,1	338,4	11,3	271,2
4,8	19,9	477,6	23,1	554,4	18,2	436,8
9,6	34,2	820,8	38,5	924	31,9	765,6
24	75,6	1814	78	1872	74,1	1778
48	-	-	-	-	-	-

SSA						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	9,2	220,8	9,2	220,8	9,2	220,8
24	31,2	748,8	30,7	736,8	31,1	746,4
48	55	1320	54,1	1298	54,6	1310
24	31,1	746,4	30,5	732	31	744
9,6	16,5	396	16,1	386,4	16,6	398,4
4,8	11,4	273,6	11	264	11,4	273,6
2,4	8,5	204	8,3	199,2	8,6	206,4
4,8	-	-	11,1	266,4	11,6	278,4
9,6	-	-	16,1	386,4	16,6	398,4
24	30,9	741,6	30,4	729,6	30,9	741,6
48	54,9	1318	54	1296	54,5	1308

SSU						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	28,5	684	28,4	681,6	28,6	686,4
24	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-
9,6	61,3	1471	60,7	1457	61,7	1481
4,8	37,5	900	36,7	880,8	37,5	900
2,4	24,7	592,8	23,7	568,8	24,5	588
4,8	36,7	880,8	36,6	878,4	37,1	890,4
9,6	60,7	1457	61	1464	62,2	1493
24	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-

SRE						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	25,8	619,2	26,6	638,4	27,6	662,4
24	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-
9,6	59,3	1423	59,9	1438	62,1	1490
4,8	34,9	837,6	35,7	856,8	36,4	873,6
2,4	22,2	532,8	22,6	542,4	22,8	547,2
4,8	35,1	842,4	35,8	859,2	36,3	871,2
9,6	58,7	1409	60,1	1442	62,2	1493
24	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-

SNE						
SR (s-1)	% do torque	SS	% do torque	SS	% do torque	SS
Repetições	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
2,4	28,8	691,2	57,7	1385	29,1	698,4
24	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-
9,6	60,8	1459	75	1800	64,4	1546
4,8	37,7	904,8	48,5	1164	37,2	892,8
2,4	25,3	607,2	33,3	799,2	24,3	583,2
4,8	38,1	914,4	64,3	1543	37,6	902,4
9,6	61	1464	80,2	1925	64,8	1555
24	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-

APÊNDICE D – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação no tempo zero

Figura D1 – Faixa etária dos provadores no tempo zero (n=113)

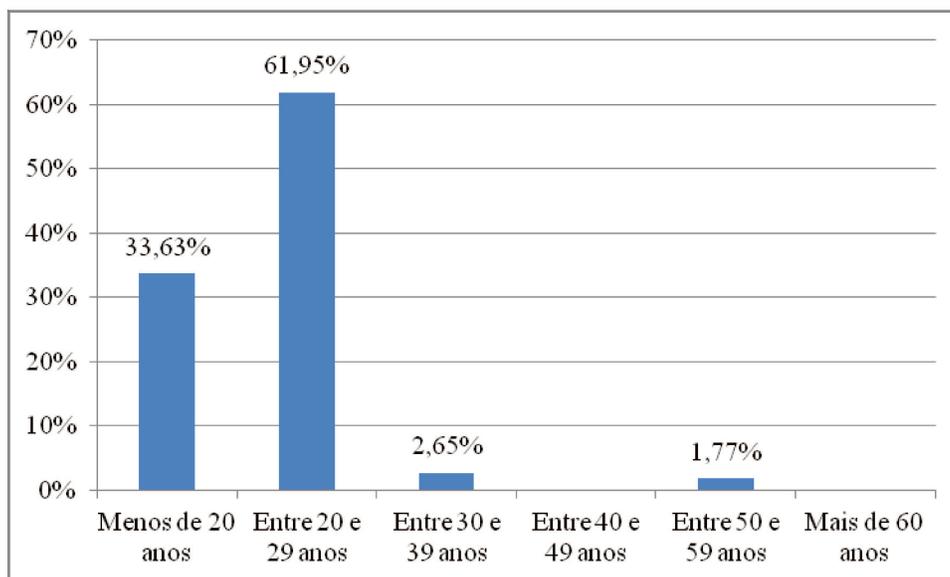


Figura D2 – Atividade dos provadores no tempo zero (n=113)

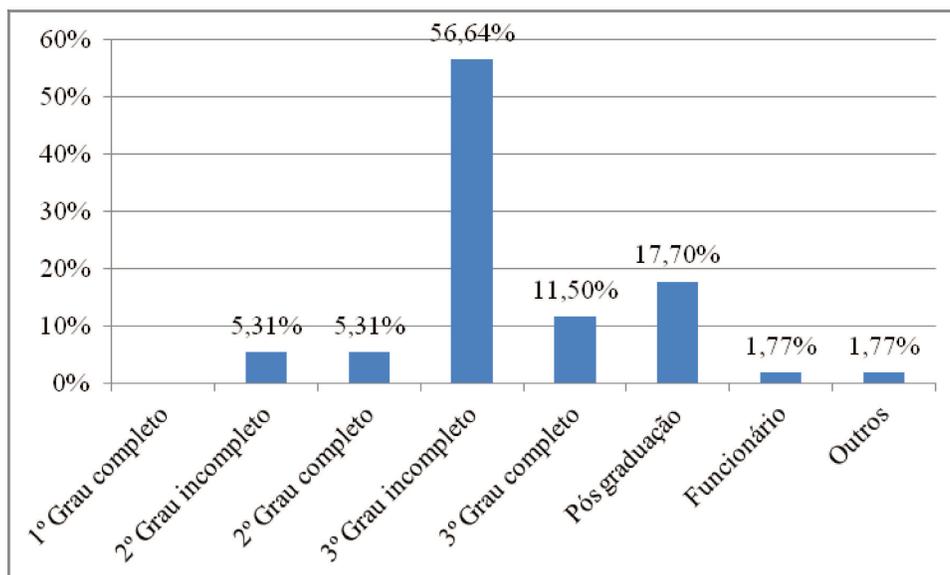


Figura D3 – Frequência de consumo de chocolates dos provadores no tempo zero (n=113)

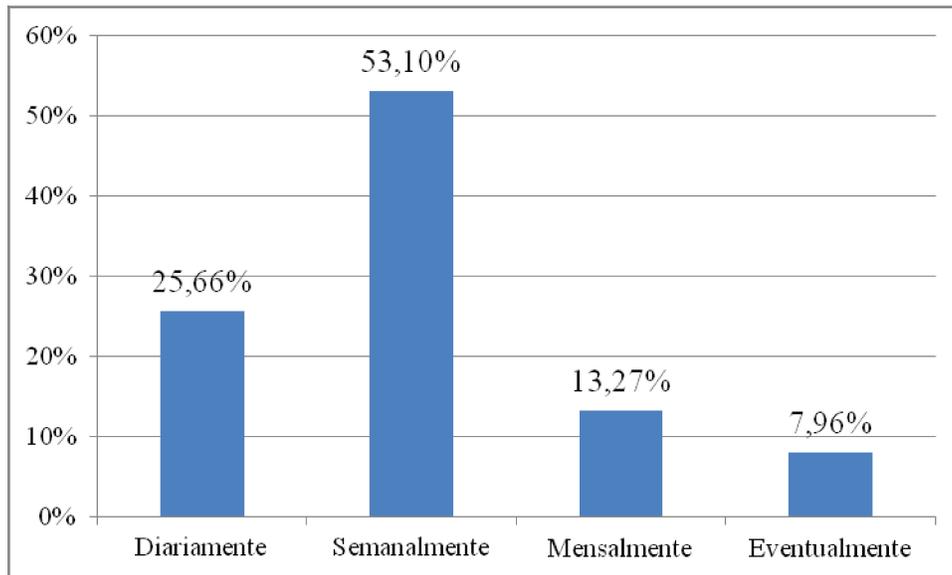


Figura D4 – Tipo de chocolate consumido pelos provadores no tempo zero (n=113)

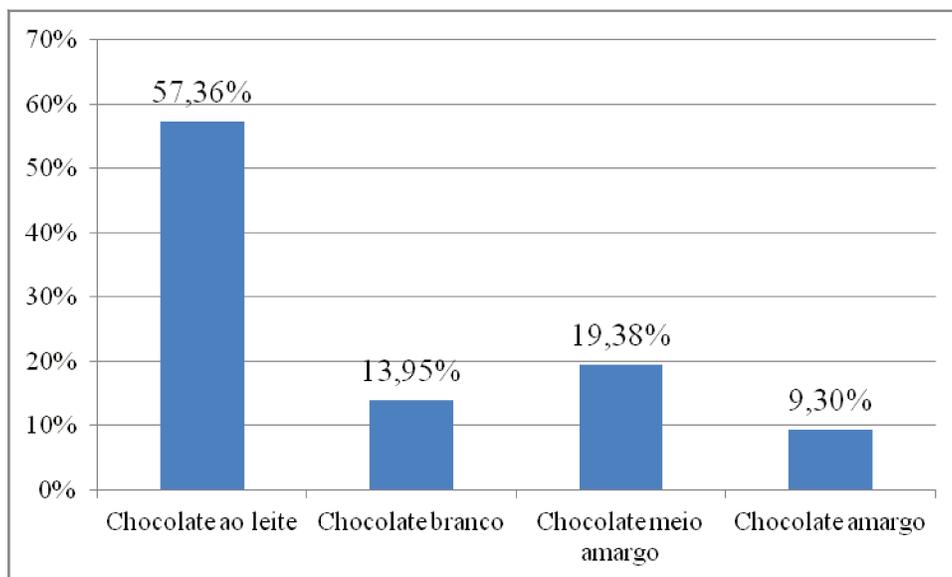
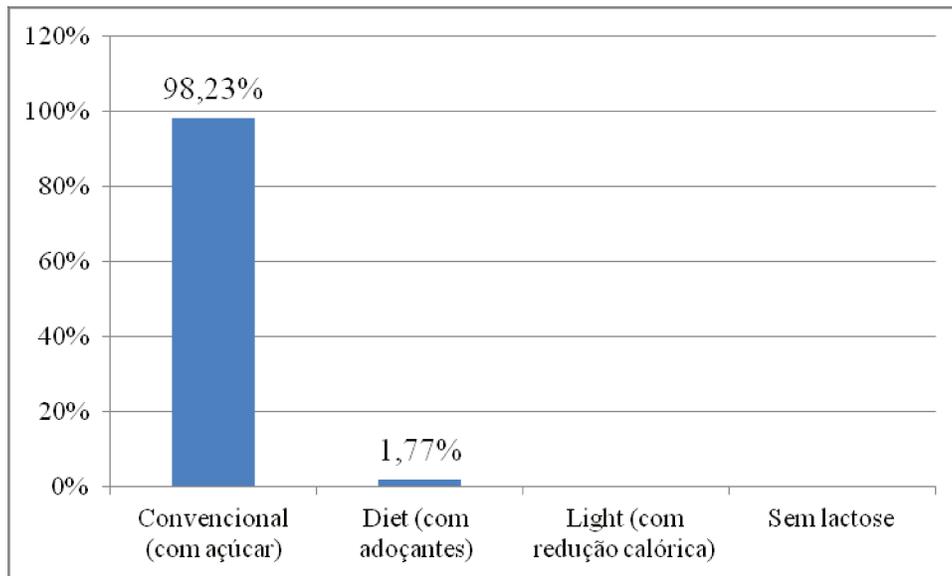


Figura D5 – Preferência de consumo de chocolates pelos provadores no tempo zero (n=113)



APÊNDICE E – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 3 meses de produção dos chocolates

Figura E1 – Intenção de compra para os chocolates ao leite e de soja com sacarose e *diet*, após 3 meses (n=112)

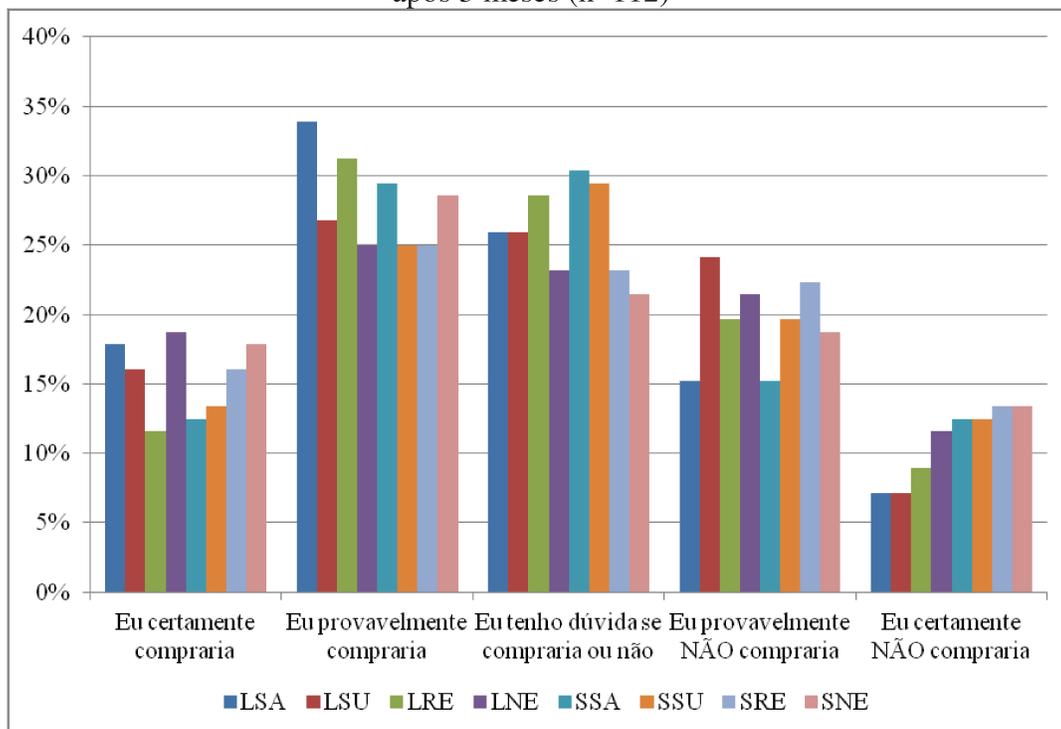


Figura E2 – Faixa etária dos provadores no tempo de 3 meses (n=112)

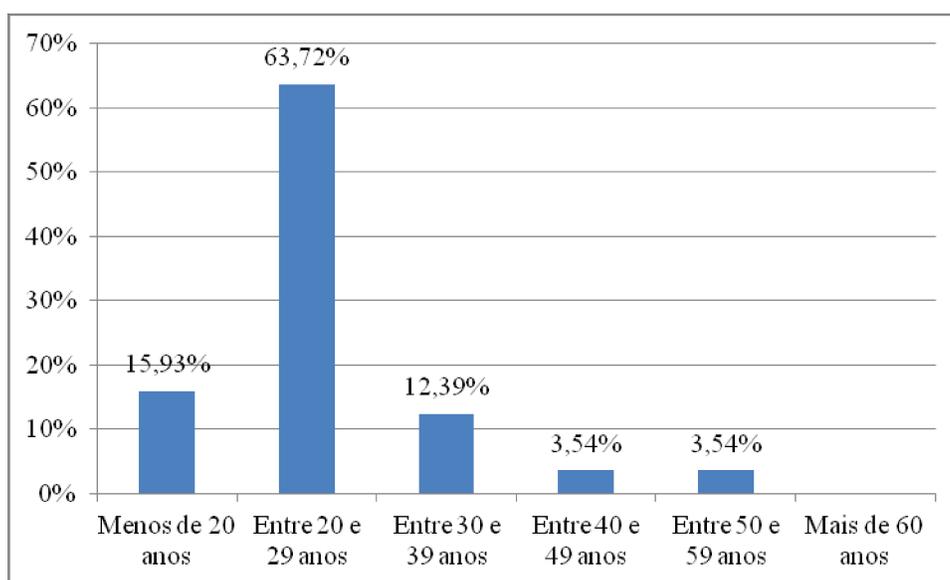


Figura E3 – Atividade dos provadores no tempo de 3 meses (n=112)

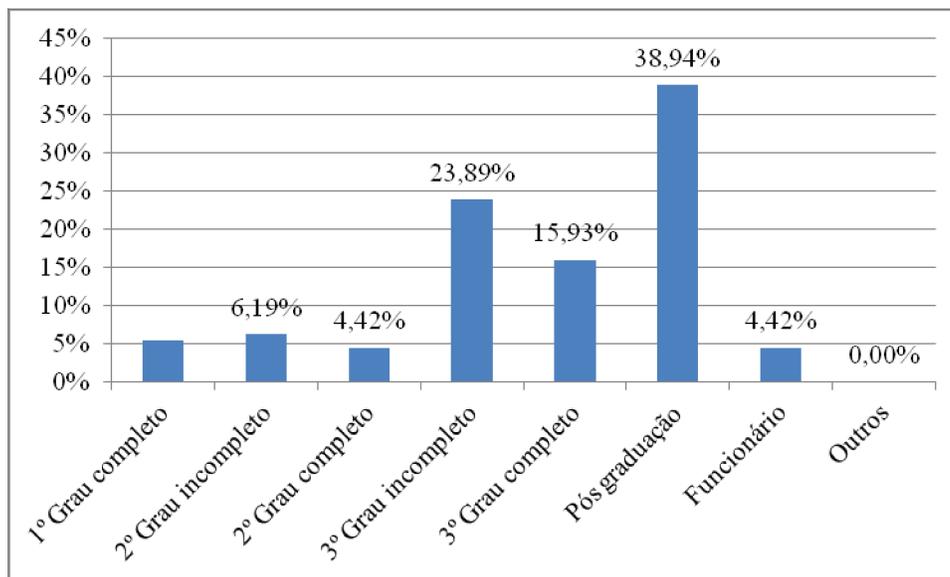


Figura E4 – Frequência de consumo de chocolates dos provadores no tempo de 3 meses (n=112)

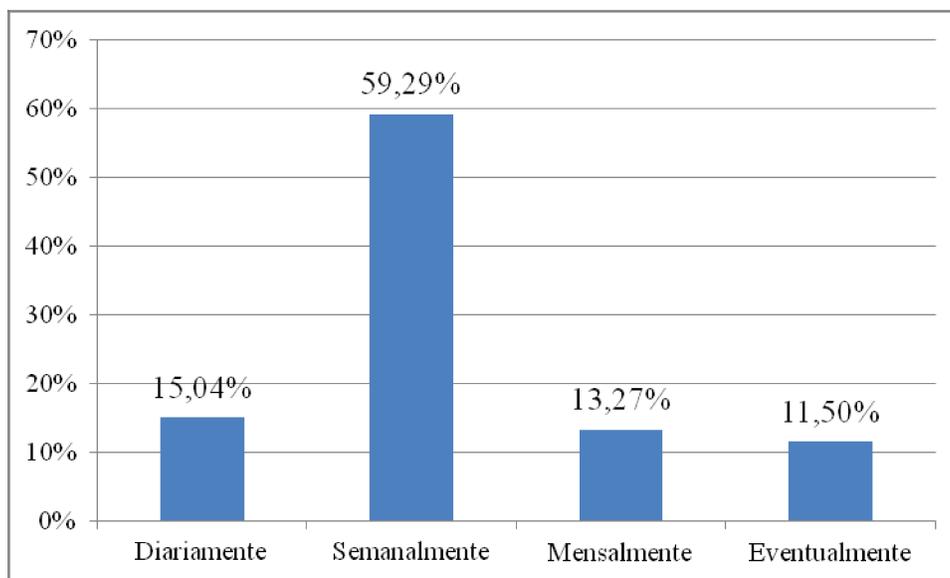


Figura E5 – Tipo de chocolate consumido pelos provadores no tempo de 3 meses (n=112)

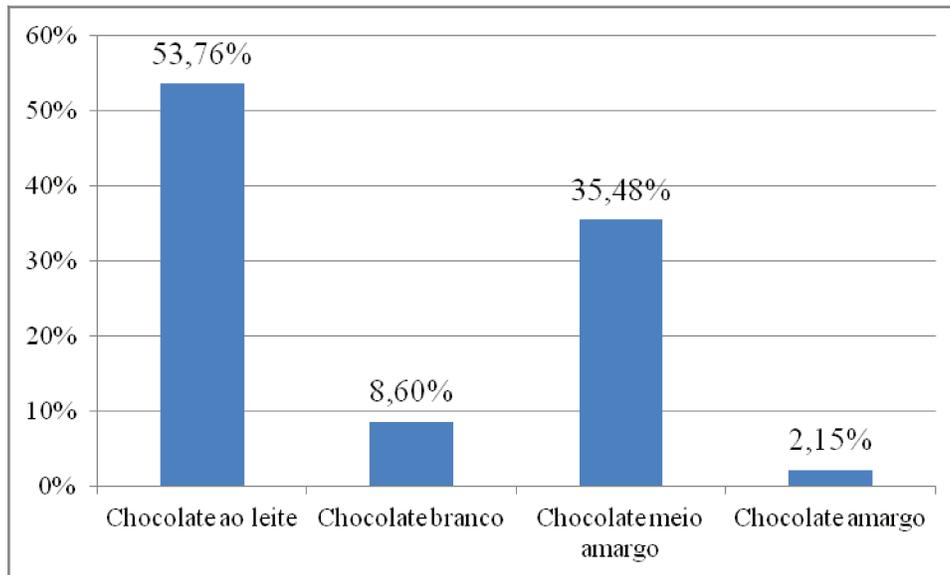
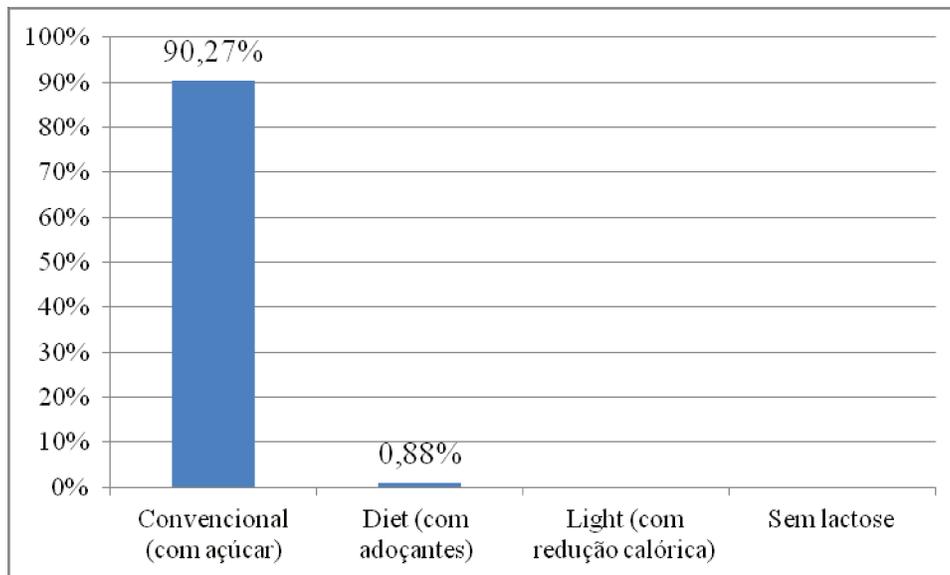


Figura E6 – Preferência de consumo de chocolates pelos provadores no tempo de 3 meses (n=112)



APÊNDICE F – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 6 meses de produção dos chocolates

Figura F1 – Faixa etária dos provadores no tempo de 6 meses (n=124)

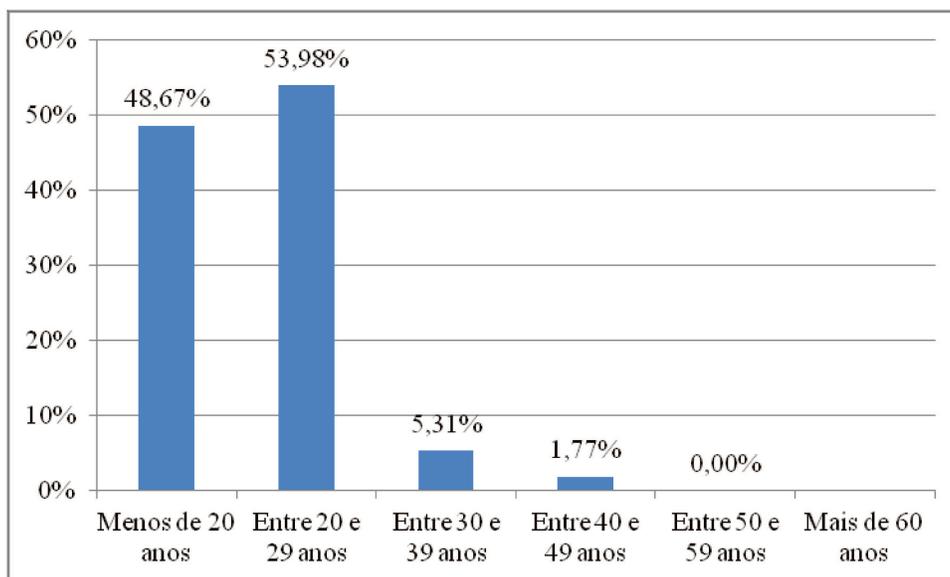


Figura F2 – Atividade dos provadores no tempo de 6 meses (n=124)

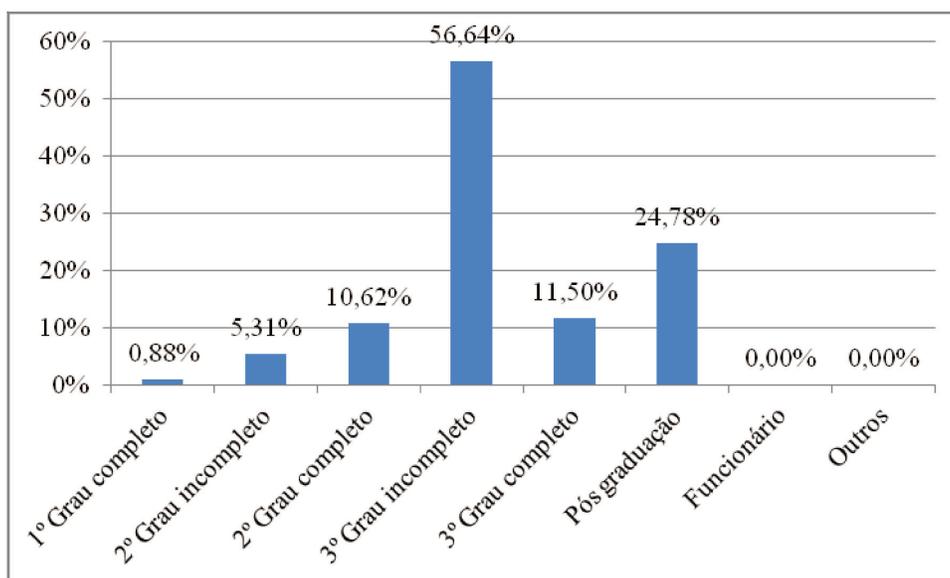


Figura F3 – Frequência de consumo de chocolates dos provadores no tempo de 6 meses (n=124)

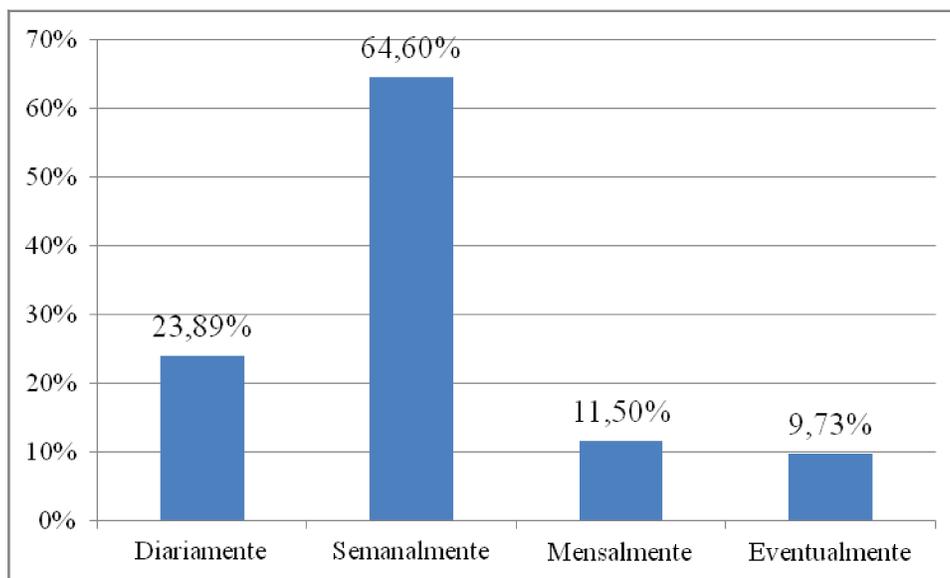


Figura F4 – Tipo de chocolate consumido pelos provadores no tempo de 6 meses (n=124)

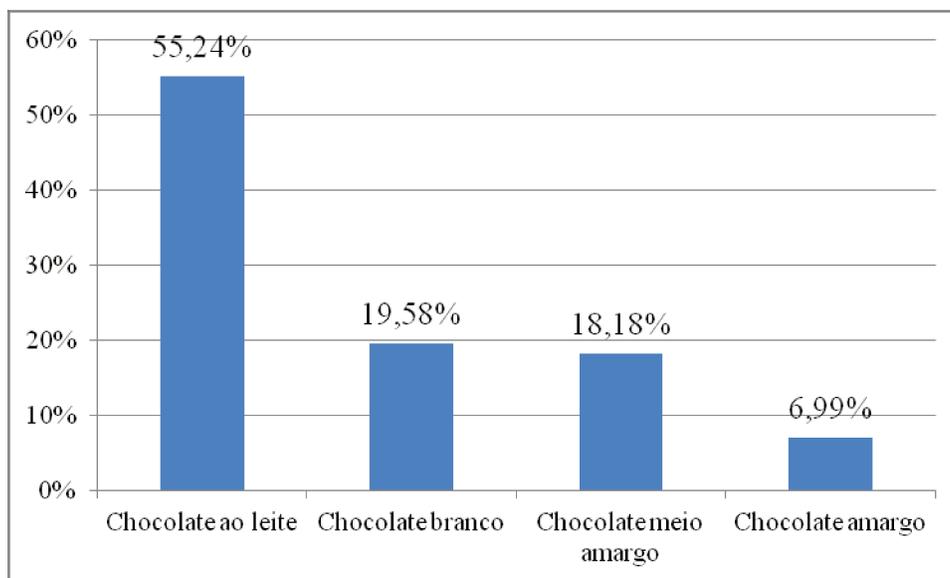
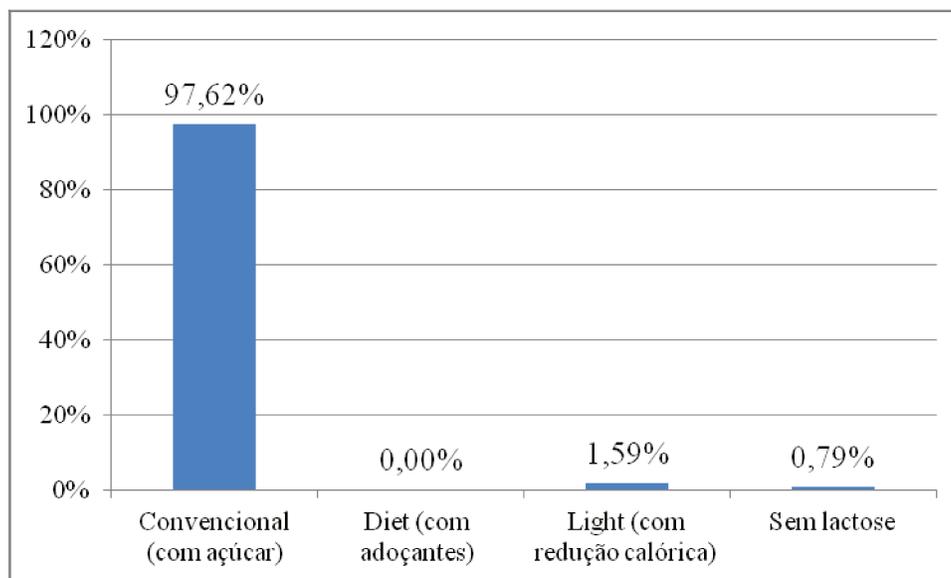


Figura F5 – Preferência de consumo de chocolates pelos provadores no tempo de 6 meses (n=124)



APÊNDICE G – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 8 meses de produção dos chocolates

Figura G1 Intenção de compra para os chocolates ao leite e de soja com sacarose e *diet*, após 8 meses (n=119)

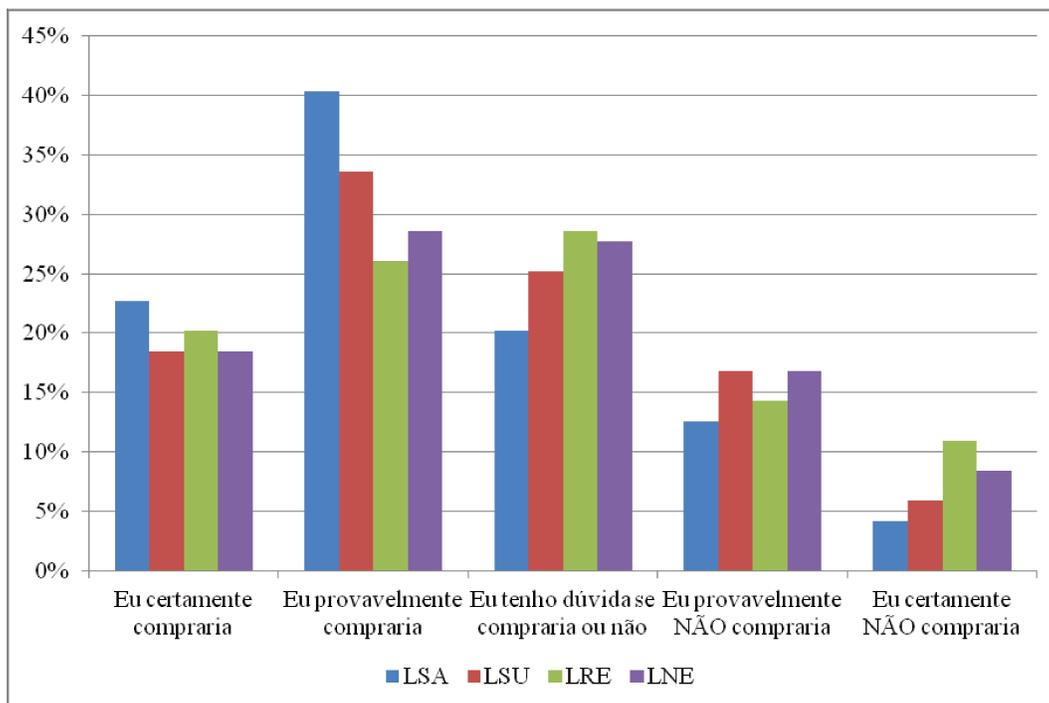


Figura G2 – Faixa etária dos provadores no tempo de 8 meses (n=119)

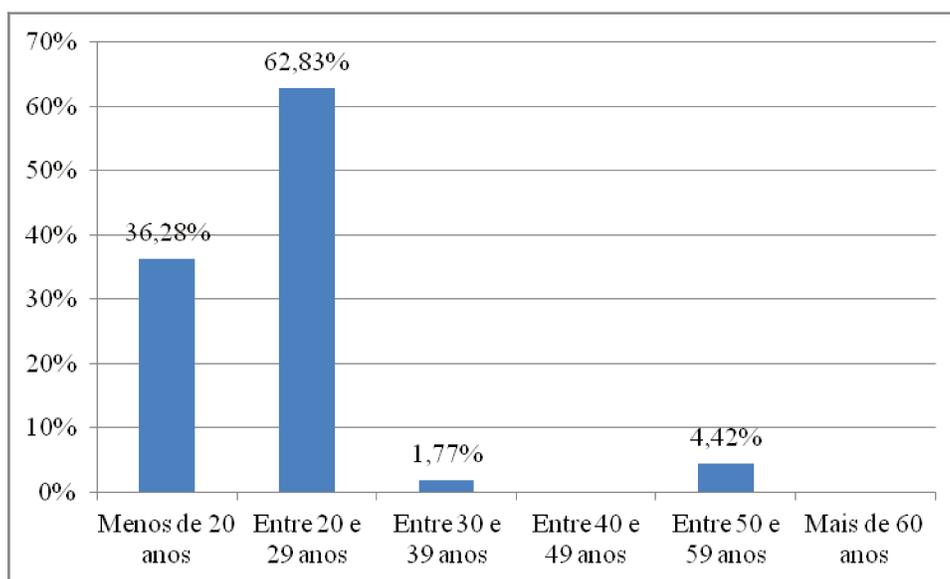


Figura G3 – Atividade dos provadores no tempo de 8 meses (n=119)

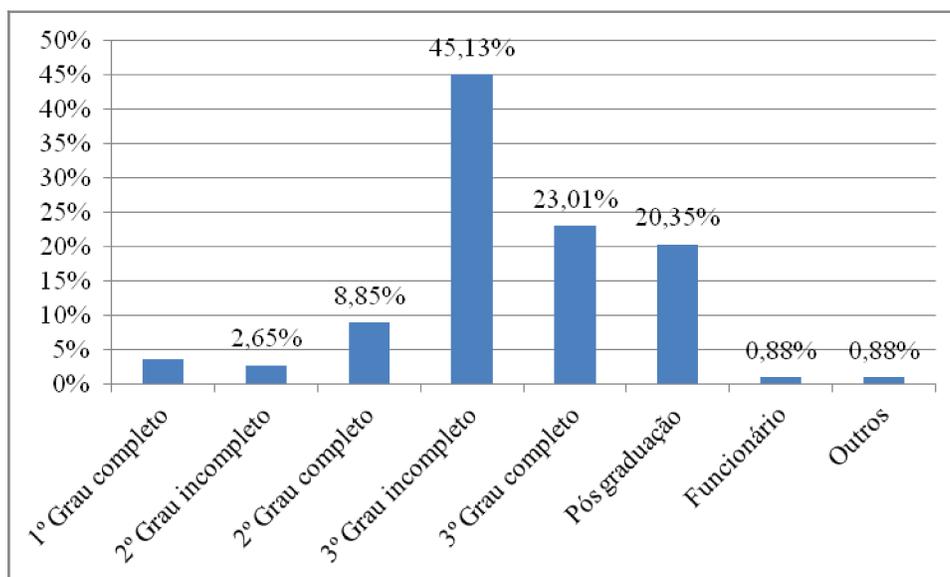


Figura G4 – Frequência de consumo de chocolates dos provadores no tempo de 8 meses (n=119)

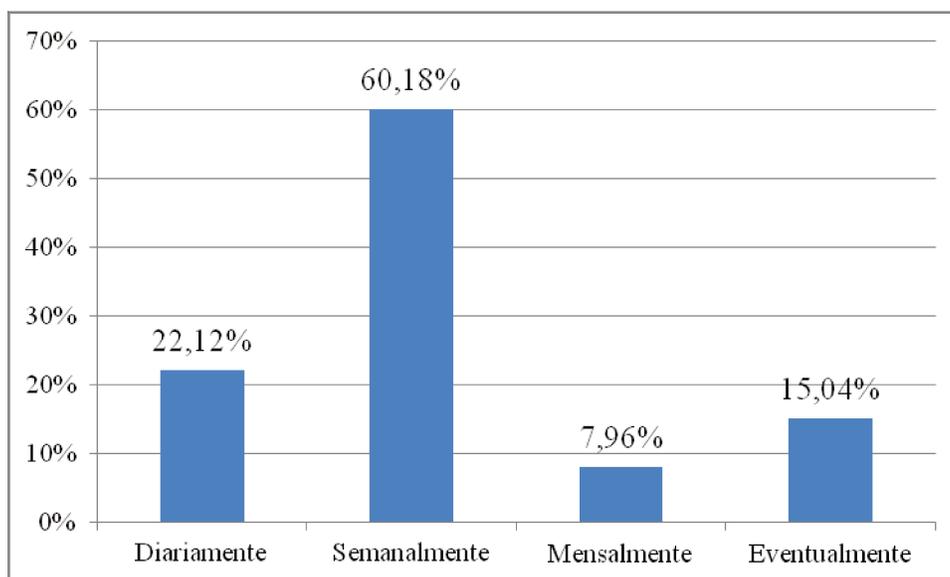


Figura G5 – Tipo de chocolate consumido pelos provadores no tempo de 8 meses (n=119)

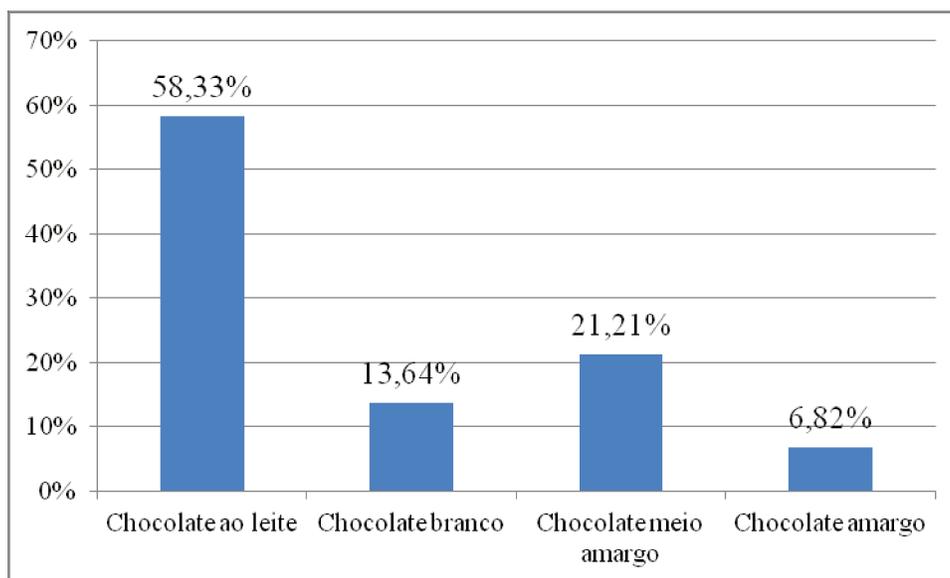
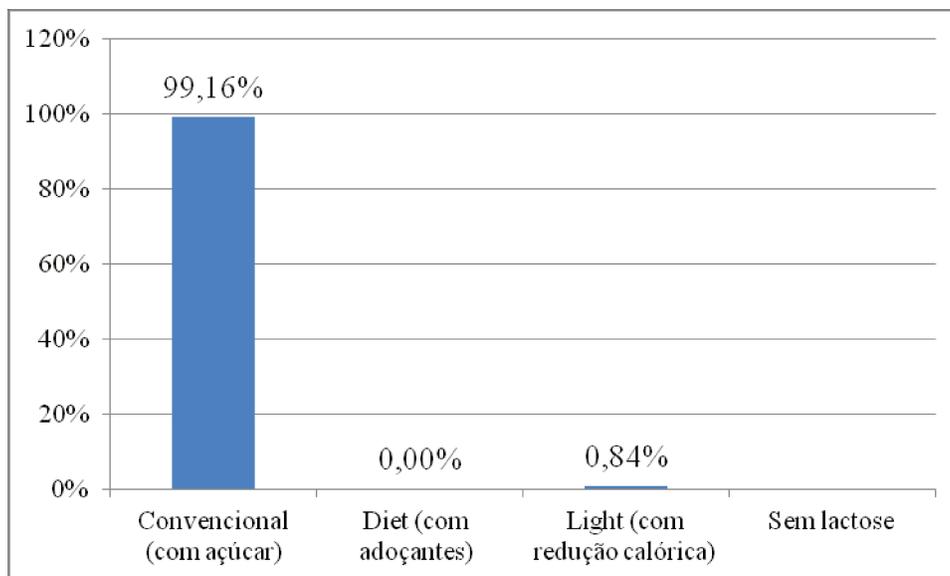


Figura G6 – Preferência de consumo de chocolates pelos provadores no tempo de 8 meses (n=119)



APÊNDICE H – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 11 meses de produção dos chocolates

Figura H1 – Intenção de compra para os chocolates ao leite e de soja com sacarose e *diet*, após 11 meses (n=112)

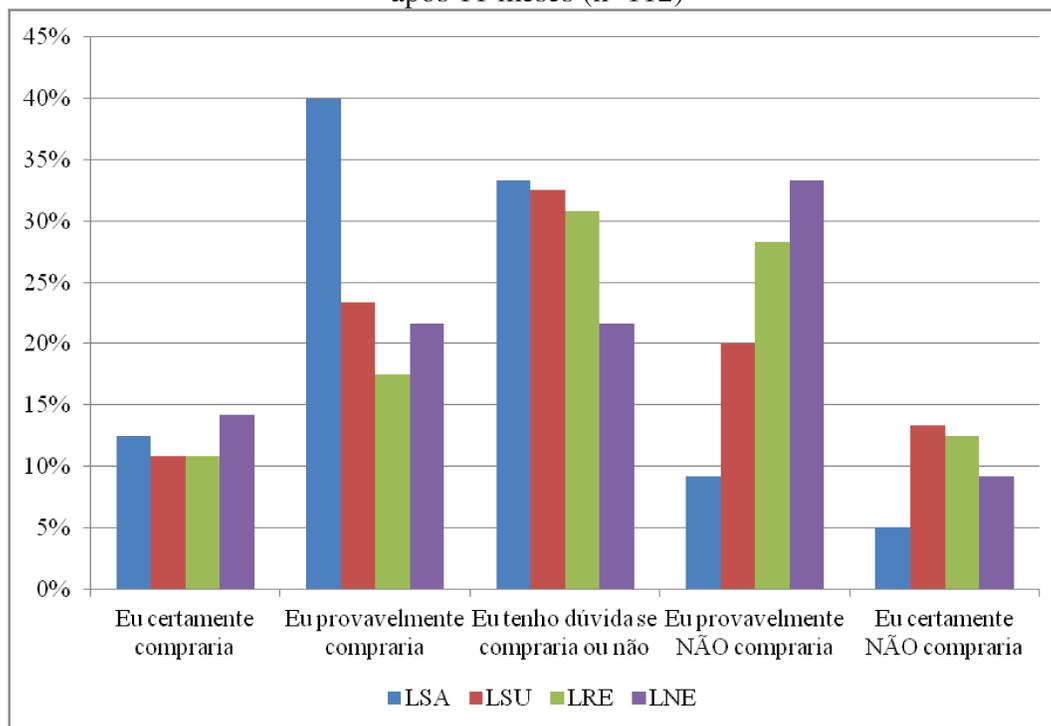


Figura H2 – Faixa etária dos provadores no tempo de 11 meses (n=112)

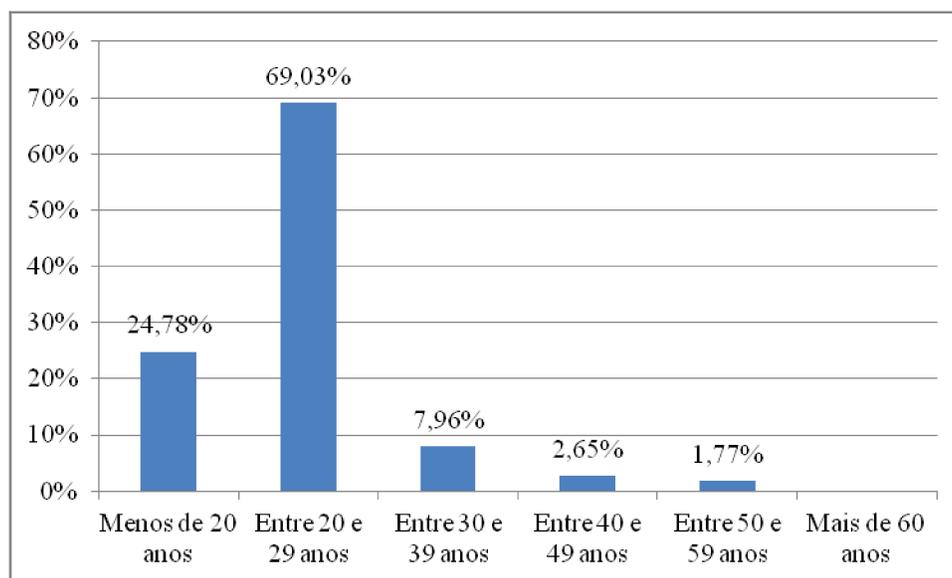


Figura H3 – Atividade dos provadores no tempo de 11 meses (n=112)

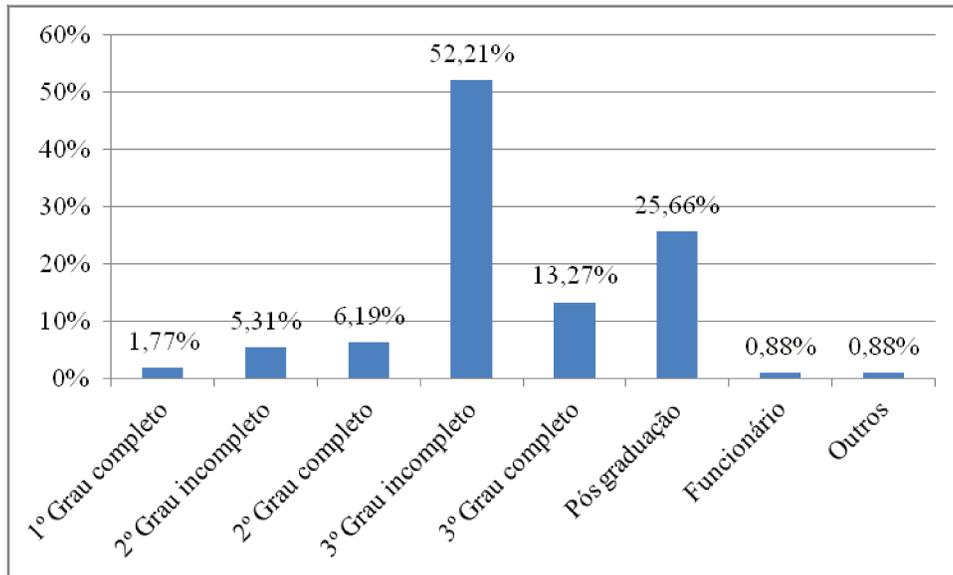


Figura H4 – Frequência de consumo de chocolates dos provadores no tempo de 11 meses (n=112)

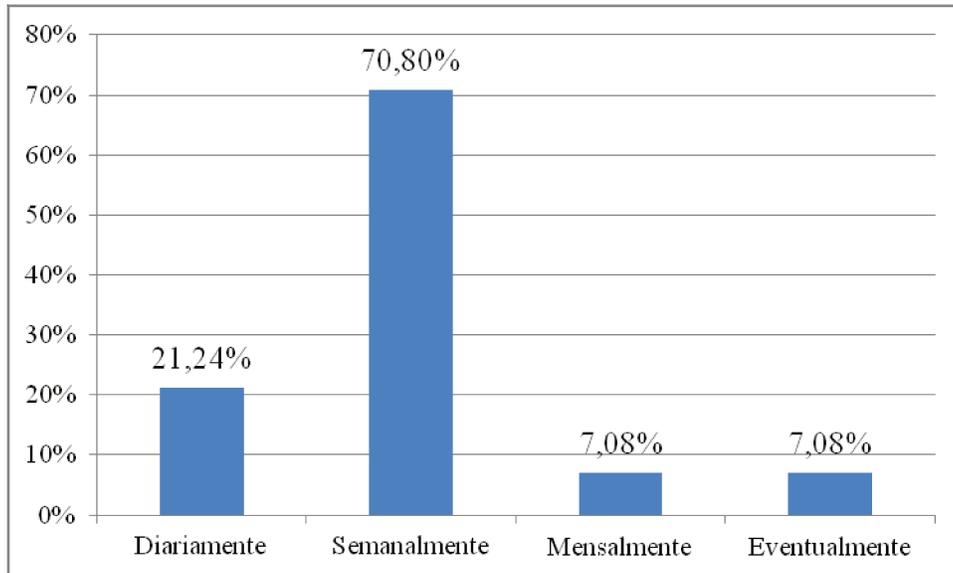


Figura H5 – Tipo de chocolate consumido pelos provadores no tempo de 11 meses (n=112)

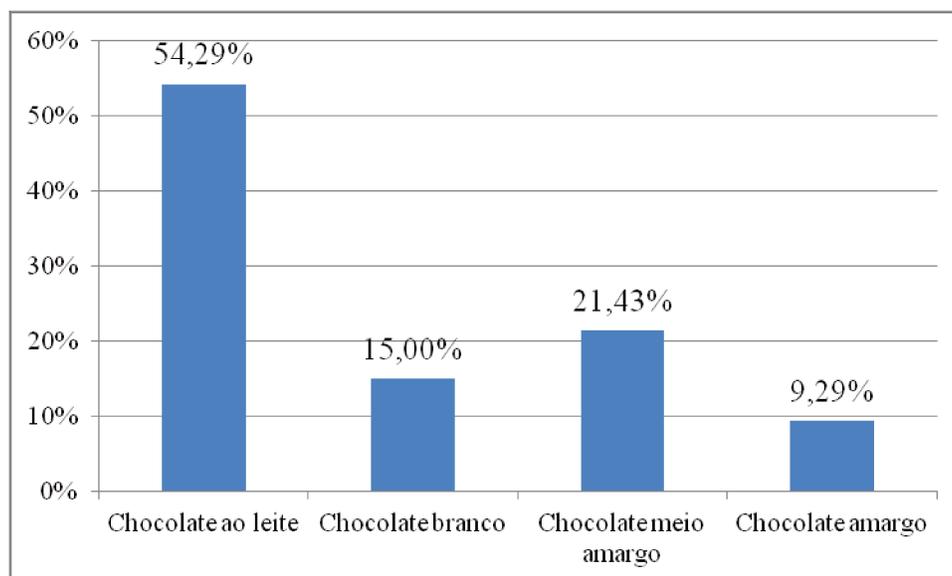
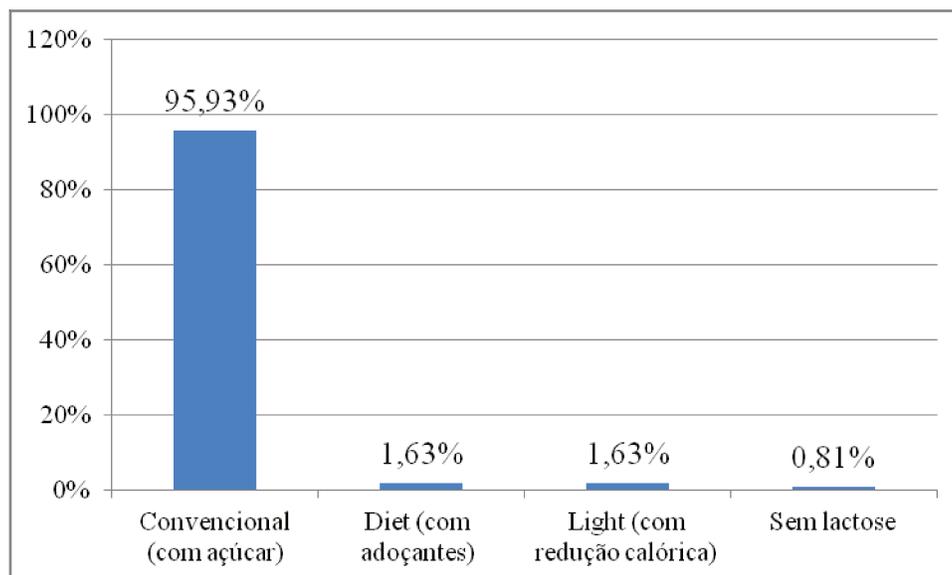


Figura H6 – Preferência de consumo de chocolates pelos provadores no tempo de 11 meses (n=112)



APÊNDICE I – Figuras relativas ao perfil dos consumidores no teste de aceitação após 12 meses de produção dos chocolates

Figura I1 – Intenção de compra para os chocolates ao leite e de soja com sacarose e *diet*, após 12 meses (n=120)

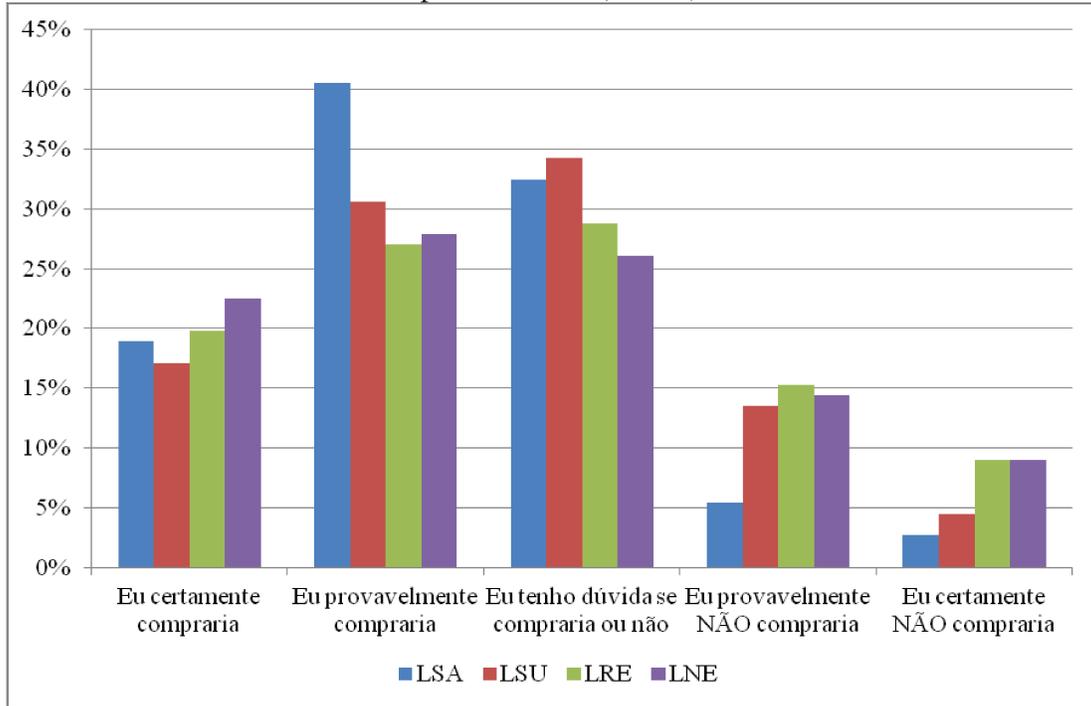


Figura I2 – Faixa etária dos provadores no tempo de 12 meses (n=120)

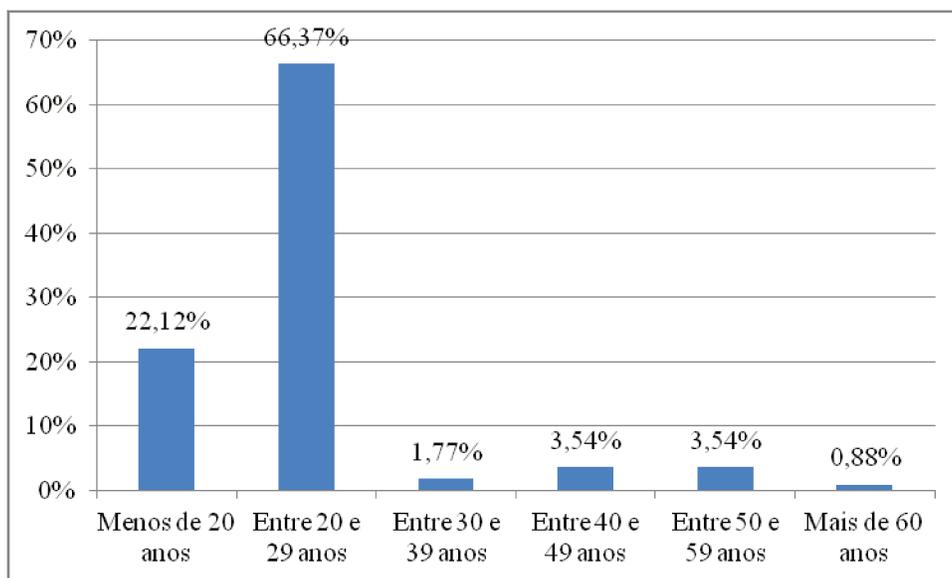


Figura I3 – Atividade dos provadores no tempo de 12 meses (n=120)

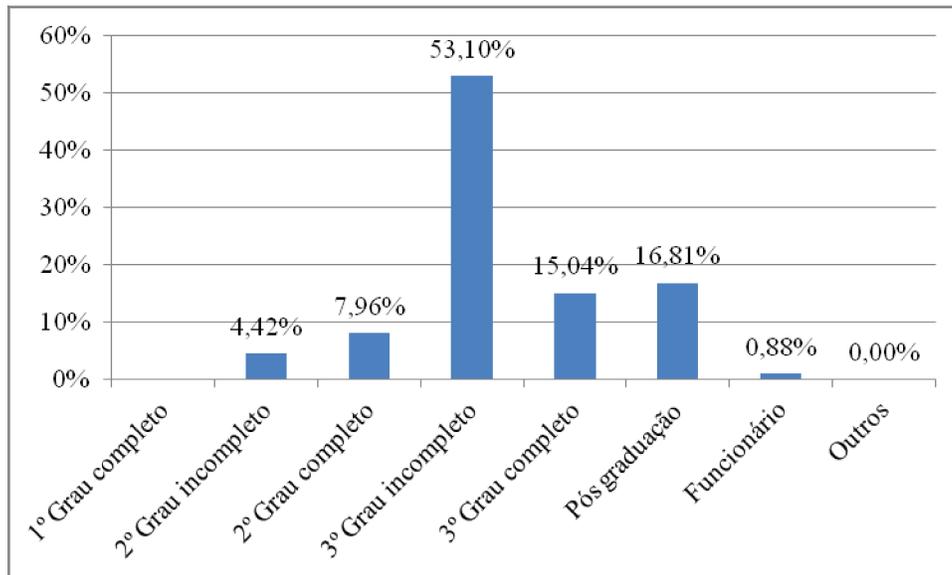


Figura I4 – Frequência de consumo de chocolates dos provadores no tempo de 12 meses (n=120)

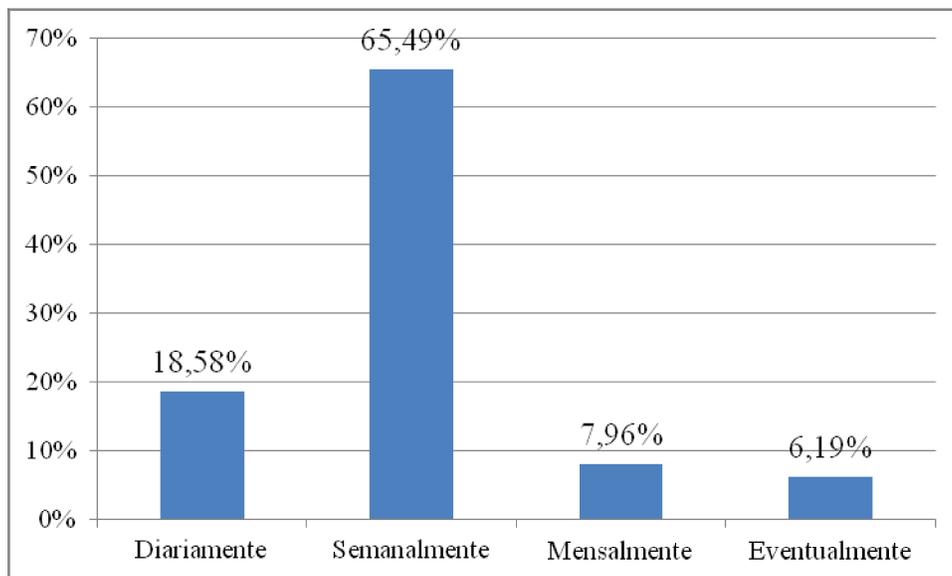


Figura I5 – Tipo de chocolate consumido pelos provadores no tempo de 12 meses (n=120)

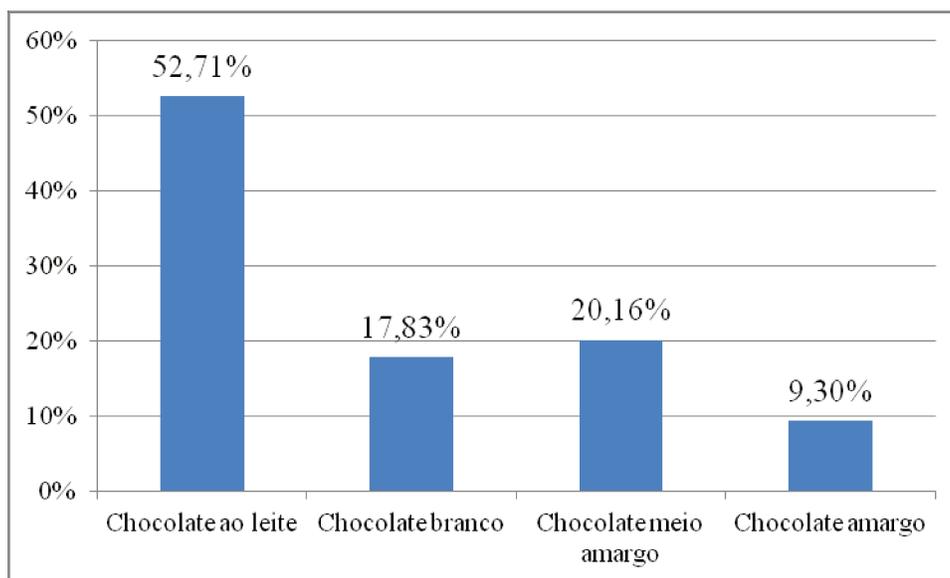


Figura I6 – Preferência de consumo de chocolates pelos provadores no tempo de 12 meses (n=120)

