

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**

**CHOCOLATE MEIO AMARGO CONTENDO SUBSTITUINTES DA
SACAROSE E REDUÇÃO DO TEOR DE GORDURA:
CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL POR ANÁLISE DESCRITIVA
QUANTITATIVA E ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Fábio Magalhães de Mello**, aprovado pela Comissão Julgadora em 29 de julho de 2005.

Campinas, 29 de julho de 2005.



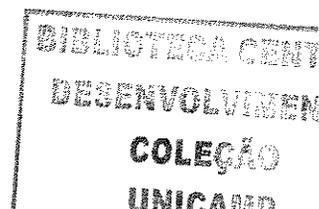
Profa. Dra. Helena Maria André Bolini
Presidente da Banca

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição

FABIO MAGALHÃES DE MELLO
Engenheiro de Alimentos

Dra HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI
Orientadora

Campinas – 2005



NIDADE	PC
CHAMADA	T/UNICAMP
EX	
OMBO, BC/	65493
ROC.	16-86-05
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	31-8-05
1ª CPD	

Bib. ID. 363146

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

M489c Mello, Fabio Magalhães
Chocolate meio amargo contendo substituintes da sacarose e redução do teor de gordura: caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade / Fabio Magalhães Mello. – Campinas, SP: [s.n.], 2005.

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

1. Chocolate. 2. Edulcorantes. 3. Análise sensorial. 4. Análise descritiva quantitativa. 5. Tempo-intensidade – Análise. I. Bolini, Helena Maria André. II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Half-bitter chocolate with sucrose substitutes and reduction of the amount of fat: sensory characterization by QDA and time intensity analysis

Palavras-chave em inglês (Keywords): Chocolate, Sweeteners, Sensory evaluation, Quantitative descriptive analysis, Time-intensity - Analysis

Área de concentração: Consumo e Qualidade de Alimentos / Análise Sensorial e Instrumental de Parâmetros Sensoriais de Alimentos

Titulação: Mestre em Alimentos e Nutrição

Banca examinadora: Helena Maria André Bolini

Flavio Luis Schmidt

Daniela Cardoso Umbelino Cavallini

Maria Aparecida de Azevedo Pereira da Silva

BANCA EXAMINADORA



Dra Helena Maria André Bolini
Universidade Estadual de Campinas
Orientadora



Dr. Flávio Luis Schmidt
Instituto de Tecnologia de Alimentos



Dra Daniela Cardoso Umbelino Cavallini



Dra Maria Aparecida A .P.Silva
Universidade Estadual de Campinas

200519023

BIBLIOTECA CENTR
DESENVOLVIMENTO
COLEÇÃO
UNICAMP

*Dedico este trabalho aos meus pais
Darcy e Theresa, aos meus avós Darcy e
Vera, à minha irmã Tamires e à
minha esposa Emiliana*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de viver e aprender;

À Professora Dra Helena André Bollini, não apenas pela sua orientação nos trabalhos, mas por todo carinho, atenção e força dados;

À banca examinadora, Professora Dra. Maria Aparecida, Dr. Flavio Luis Schmidt e Dra Daniela Umbelino pelas sugestões feitas nas correções;

Aos meus “irmãos” que por muito tempo moraram comigo, Rômulo, Deniwton, Renato, Rinaldi, Otoniel, Bickel, pela amizade em todos os momentos difíceis;

Aos amigos da FEA, Lia, D. Nice, Paulo Sérgio, Aline, Larissa, Duda, Suzi, Patrícia, Daniela, Professor Nilo, Larissa, Selma, Samantha, Karina, por toda ajuda, apoio e risadas;

À todos os provadores, em especial a equipe Izabela, Samantha, Simony, Karina, Raquel, Maisa, Carol, Karina Sampaio, Patrícia, Adriana, Fernanda, Ricardo, Letícia, Alice e Eliane por participarem em todos os testes;

À Priscila Efrain, já que sem ela, esse trabalho não teria sido feito;

À Dra. Denise Jardim, pelo grande apoio e ajuda ao permitir a utilização da planta piloto do CHOCOTEC – ITAL para o desenvolvimento do presente trabalho;

Aos engenheiros Jaime Tamashiro, da CARGILL e Marcelo Braga, da CNI, pela doação de diversas matérias primas;

À Andréia Tonon, que auxiliou em boa parte dos trabalhos;

Aos professores e funcionários da FEA, que de uma forma ou de outra tem um pouco de si nesse trabalho;

Ao CNPQ, pelo período de bolsa concedido para realização desse trabalho;

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 - CHOCOLATE	4
2.2 - EDULCORANTES	11
2.2.1 – SACARINA	14
2.2.2 – ASPARTAME	15
2.2.3 – ACESSULFAME K	18
2.2.4 – CICLAMATO	19
2.2.5 – SUCRALOSE	21
2.2.6 – ESTEVIA	21
2.3 – AGENTES DE CORPO	24
2.3.1 – LACTITOL	25
2.3.2 – POLIDEXTROSE	26
2.4 – ANÁLISE SENSORIAL	28
2.4.1 – TESTES AFETIVOS	29
2.4.2 – ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE	31
2.4.3 – ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA	33
3 – OBJETIVOS	36
3.1 – OBJETIVOS GERAIS	36
3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
4 – MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 – MATERIAL	37
4.2 - MÉTODOS	38
4.2.1 – FABRICAÇÃO DE CHOCOLATE	38
4.2.2 – DETERMINAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	40

4.2.2.1 - GRANULOMETRIA	40
4.2.3 – ANÁLISE SENSORIAL	40
4.2.3.1 – TESTE DE ACEITAÇÃO	40
4.2.3.2 – ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA	43
4.2.3.2.1 – PRÉ-SELEÇÃO DOS PROVADORES	43
4.2.3.2.2 – LEVANTAMENTO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS	44
4.2.3.2.3 – TREINAMENTO DOS PROVADORES	44
4.2.3.2.4 – SELEÇÃO DE PROVADORES	44
4.2.3.2.5 – TESTES SENSORIAIS	44
4.2.3.3 – ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE	45
4.2.3.4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
5 – RESULTADO E DISCUSSÃO	48
5.1 – CONTAGEM DE CALORIAS	48
5.2 – TAMANHO DE PARTÍCULAS	50
5.3 – ANÁLISE SENSORIAL	52
5.3.1 – TESTE DE ACEITAÇÃO	52
5.3.2 – ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA	54
5.3.2.1 – PRÉ-SELEÇÃO DOS PROVADORES	54
5.3.2.2 – DEFINIÇÃO DOS TERMOS DESCRITORES	55
5.3.2.3 – TREINAMENTO DOS PROVADORES E RESULTADOS	55
5.3.3 – ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE	74
6 - CONCLUSÕES	84
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TIPOS DIFERENTE DE CHOCOLATE	11
TABELA 2: TABELA NUTRICIONAL DE DIVERSOS TIPOS DE CHOCOLATE	12
TABELA 3: ESTIMATIVAS GLOBAIS E PROJEÇÕES DE DIABETES, 1994 A 2010	13
TABELA 4: COMPARAÇÃO ENTRE EDULCORANTES DE ALTA INTENSIDADE	23
TABELA 5: VALORES CALÓRICOS DOS INGREDIENTES UTILIZADOS	48
TABELA 6: FORMULAÇÃO BÁSICA UTILIZADA PARA OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE CHOCOLATE	50
TABELA 7: RESULTADO DE MICRONAGEM DAS MASSAS DE CHOCOLATE	51
TABELA 8: VALORES DE PARTICULA APÓS CONCHAGEM E MARCAS COMERCIAIS	52
TABELA 9: MÉDIAS DE ACEITAÇÃO PARA AS AMOSTRAS DE CHOCOLATE	53
TABELA 10: DEFINIÇÕES E REFERÊNCIAS PARA OS TERMOS DESCRITORES DAS AMOSTRAS DE CHOCOLATE	56
TABELA 11: NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA (P) PARA PROVADORES EM FUNÇÃO DA DISCRIMINAÇÃO DAS AMOSTRAS (Famostra) E DA REPETIBILIDADE (Frepetição)	62
TABELA 12: MÉDIAS DA EQUIPE SENSORIAL PARA AS AMOSTRAS DE CHOCOLATE	63
TABELA 13A: NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA (P) PARA PROVADORES SELECIONADOS PARA A ANÁLISE TEMPO – INTENSIDADE EM FUNÇÃO DA DESCRIMINAÇÃO	75

(FAMOSTRA) E REPETIÇÃO (FREPETIÇÃO) PARA ATRIBUTO DOÇURA	
TABELA 13B: NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA (P) PARA PROVADORES SELECIONADOS PARA A ANÁLISE TEMPO – INTENSIDADE EM FUNÇÃO DA DESCRIMINAÇÃO (FAMOSTRA) E REPETIÇÃO (FREPETIÇÃO) PARA ATRIBUTO SABOR CHOCOLATE MEIO AMARGO	76
TABELA 14A: MÉDIAS DO TESTE DE TUKEY DAS AMOSTRAS EM RELAÇÃO AO PERFIL DE DOÇURA PARA CADA UM DOS PARÂMETROS ANALISADOS	77
TABELA 14B: MÉDIAS DO TESTE DE TUKEY DAS AMOSTRAS EM RELAÇÃO AO PERFIL DE SABOR CHOCOLATE MEIO AMARGO PARA CADA UM DOS PARÂMETROS ANALISADOS	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUTURA QUÍMICA DA SACARINA (NABORS E GELARDI, 1986)	15
FIGURA 2: ESTRUTURA QUÍMICA DO ASPARTAME (NABORS E GELARDI, 1986)	16
FIGURA 3: ESTRUTURA QUÍMICA DO ACESSULFAME-K (NABORS E GELARDI, 1986)	18
FIGURA 4: ESTRUTURA QUÍMICA DO CICLAMATO (NABORS E GELARDI, 1986)	19
FIGURA 5: FLUXOGRAMA DE PROCESSO DO CHOCOLATE	38
FIGURA 6: FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO DE CHOCOLATE	42
FIGURA 7: GRÁFICO PARA SELEÇÃO DE PROVADORES ATRAVÉS DE ANÁLISE SEQÜENCIAL DE WALD	43
FIGURA 8: FICHA SENSORIAL APLICADA AOS PROVADORES	61
FIGURA 9: GRÁFICO ARANHA GERAL DAS AMOSTRAS DE CHOCOLATE	68
FIGURA 9A: COMPARAÇÃO DAS AMOSTRAS COMERCIAIS COM CHOCOLATE ADOÇADO COM ESTÉVIA	69
FIGURA 9B: COMPARAÇÃO DAS AMOSTRAS COMERCIAIS COM CHOCOLATE ADOÇADO COM ACESSULFAME/SUCRALOSE	69
FIGURA 9C: COMPARAÇÃO DAS AMOSTRAS COMERCIAIS COM CHOCOLATE ADOÇADO COM SUCRALOSE	70
FIGURA 9D: COMPARAÇÃO DAS AMOSTRAS COMERCIAIS COM CHOCOLATE ADOÇADO COM ASPARTAME	70
FIGURA 9E: COMPARAÇÃO DAS AMOSTRAS COMERCIAIS COM CHOCOLATE ADOÇADO COM SACARINA / CICLAMATO	71

FIGURA 10: FIGURA BIDIMENSIONAL DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS TERMOS DESCRITORES DAS AMOSTRAS DE CHOCOLATE	73
FIGURA 11A: CURVAS TEMPO INTENSIDADE DE DOÇURA DAS AMOSTRAS DE CHOCOLATE AVALIADAS	80
FIGURA 11B: CURVAS TEMPO INTENSIDADE DE SABOR CHOCOLATE MEIO AMARGO DAS AMOSTRAS DE CHOCOLATE AVALIADAS	80
FIGURA 12A: FIGURA BIDIMENSIONAL DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DO ATRIBUTO GOSTO DOCE	82
FIGURA 12A: FIGURA BIDIMENSIONAL DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DO ATRIBUTO GOSTO DOCE	83

RESUMO

O presente trabalho teve como principal objetivo a obtenção e a caracterização sensorial de amostras de chocolate meio amargo adoçados com diferentes edulcorantes, com substituintes de sacarose e redução calórica, utilizando os seguintes métodos sensoriais: Teste de Aceitação, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Análise Tempo-Intensidade (ATI), sempre comparando com 2 amostras comerciais de chocolate sem adição de açúcar. Devido a inexistência no período de um chocolate comercial meio amargo sem adição de açúcar, as amostras comerciais eram de chocolate ao leite.

Foi feito um controle no tamanho das partículas durante o refino, afim de não existirem partículas arenosas que possam vir a causar interferência na sensibilidade dos provadores nos testes.

A Análise de Aceitação foi realizada por 40 provadores, todos consumidores usuais de chocolate, e os resultados foram avaliados por análise de variância univariada (ANOVA) e teste de médias de TUKEY.

Em geral, na Análise de Aceitação, as amostras obtidas no laboratório obtiveram maiores médias quando comparadas com as amostras comerciais. Entretanto, nem sempre essa diferença foi significativa ($p \leq 0,05$).

A ADQ foi realizada por uma equipe de quinze provadores pré-selecionados e treinados, com base no poder de discriminação entre as amostras, capacidade de repetir os resultados e concordância com a equipe. Os termos gerados pela ADQ foram: para aparência – brilho, cor e pontos brancos – para o aroma – chocolate, doce, cacau, leite em pó – para o sabor – chocolate meio amargo, doce, chocolate ao leite, residual amargo,

residual doce, margarina, leite em pó e queimado – para a textura – dureza, adesividade, derretimento na boca e arenosidade.

As médias geradas pela ADQ, mostram que para a maior parte dos atributos avaliados existiu diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras comerciais e as laboratoriais, e mesmo entre as diferentes amostras laboratoriais.

Foi realizada a Análise Tempo-Intensidade dos atributos doçura e sabor chocolate meio amargo, por serem os mais relevantes. Para esta análise foram utilizados oito provadores que registraram os estímulos sensoriais utilizando o Programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI). Tanto na ADQ como na ATI as amostras foram apresentadas aos provadores de forma monádica com três repetições, e os resultados avaliados por Análise de Variância – ANOVA, Teste de Médias de Tukey e Análise de Componentes Principais.

SUMMARY

This present work had the main purpose to obtain and to determine the sensory profile of half-bitter chocolate samples that had been sweetened with different kinds of sucrose substitutes and that had a small amount of calorie, by using the following sensory methods: Acceptance Analysis, Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and Time Intensity Analysis (TIA), always trying to compare with two commercial samples of no sugar chocolate. Because there wasn't at that time any commercial no sugar half-bitter chocolate, the samples were of milk chocolate.

A size control of the particles had been done during the refining process, to low down the possibility of small particles to appear and to be sensed by the panel.

The Acceptance Analysis had been done with 40 consumers used to consume chocolate, and the results were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) and by TUKEY's Comparasion of Means Test.

In general, the lab samples had obtained greater grades by comparing with the commercial samples. However, this difference had not always been meaningful.

The QDA had been conducted by a 15 pre-selected people, which had been trained and selected based on their discrimination power between the samples, the capacity of repeating the results and agreement with the rest of the team. The terms that had been generated by QDA were: for appearance – shine, color and white points – for aroma – chocolate, sweet, coccoa and milk powder – for flavor – half-bitter chocolate, sweet, milk chocolate, bitter aftertaste, sweet aftertaste, margarine, milk powder and burned – for texture – hardness, cohesiveness, melting in the mouth and graininess.

The averages that had been generated by QDA showed that for the majority part of the attributes evaluated, there was a meaningful difference between the commercial and the lab samples, and even the different lab samples.

It had been done a Time-Intensity Analysis for the attributes sweetness and half-bitter chocolate flavor. On that analysis, it had been used 8 people, which had the sensory stimulus registered by the program Data Catch System for Time Intensity. In both QDA and TIA analysis, the samples had been presented to the panelist in a monadic way with 3 repetitions, and the results were evaluated by ANOVA, Tukey test and Principal Component Analysis.

1. Introdução

Conhecido como alimento dos deuses, ou do grego Theobroma, o chocolate teve uma longa trajetória entre os povos do mundo.

Teve sua origem nos Maias, povo que habitou a América Central, e essa origem era devido ao deus Querzalcoatl, o qual havia trazido dos céus as sementes de cacau, sendo esse deus a personificação da sabedoria e conhecimento. A bebida extraída dessas sementes era conhecida como “tchocolath”, sendo a mesma uma bebida fria e espumante, com gosto amargo e sabor picante, restrita a família real e convidados, por acreditar ter poderes mágicos.

Com a chegada dos espanhóis, foi levada a Europa, aonde sofreu modificações por seu sabor forte não ser muito agradável, tendo o mel e o açúcar sido acrescentados para tornar a bebida mais doce e suave, o que foi o começo do que conhecemos atualmente como chocolate.

No Brasil, as primeiras mudas de cacau foram plantadas em 1746 na Bahia e com os anos se expandiram pelos demais estados da federação. Uma série de incentivos governamentais, como a criação do Instituto de Cacau da Bahia em 1931 e pesquisas intensas feitas pelo Instituto Agrônomo de Campinas a partir de 1954, tornou o Brasil atualmente o sexto maior produtor de chocolate do mundo.

Edulcorantes são substâncias com um poder de doçor muito intenso, utilizados na substituição total ou parcial da sacarose. Possuem a característica de serem ou não metabolizáveis, ou seja, de não fornecerem nenhuma caloria (como a sacarina) ou de serem utilizados em quantidades tão pequenas, devido ao seu poder edulcorante, que o

aporte calórico torna-se insignificante (como o aspartame). Seu poder edulcorante varia de acordo com a natureza química e a concentração do composto, e por isso, sensorialmente possuem sabores associados com o gosto doce e gostos residuais de diferentes naturezas.

Com o desenvolvimento de diversos edulcorantes, a pesquisa de aplicações dos mesmos vem sendo cada vez mais necessária. A aplicação dos edulcorantes como substituintes de açúcares criou a alcunha de produtos “diet”, os quais permitiram o acesso de uma imensa massa da população que sofria de doenças como diabetes passasse a consumir produtos antes impossíveis, como refrigerantes e doces em geral. E mesmo sua associação com o açúcar permitiu a alcunha de produtos “light” (aqueles com redução de 25% em algum atributo, como calorias, açúcares), criando uma linha de produtos para pessoas interessadas em perder peso.

Os açúcares são importante fonte de energia para um pleno funcionamento do organismo. Durante a digestão, açúcares como a sacarose, a lactose e outros carboidratos de estrutura molecular mais complexa, como o amido, são quebrados em açúcares simples. Estes são então transportados via corrente sanguínea a todas as células do corpo, sendo que o cérebro e os glóbulos vermelhos utilizam apenas a glicose como fonte de energia.

Seguindo a tendência mundial de consumo de produtos com baixo valor calórico, no presente projeto foram desenvolvidas 5 formulações de chocolate meio amargo, utilizando 5 diferentes tipos de edulcorantes (extrato de folhas de estevia, aspartame, sacarina, acessulfame K e sucralose), e utilizando polidextrose e lactitol como agentes de corpo na substituição do açúcar. Junto foram utilizadas 2 amostras comerciais de

chocolate dietético ao leite das marcas Diatt e Pan, como amostras de comparação. Por não existirem amostras comerciais de chocolate meio amargo dietéticos nos supermercados, a comparação teve que ser feita com 2 amostras ao leite.

No desenvolvimento das formulações, primeiramente se fez um acerto da doçura por cálculos a partir do impacto dado por cada edulcorante de alta intensidade. As amostras que seguiram na análise foram aquelas que utilizaram os seguintes edulcorantes: aspartame, acessulfame / sucralose, estevia, sacarina / ciclamato e sucralose. A essas 5 amostras se juntaram 2 amostras comerciais, e então foram feitos os seguintes testes sensoriais com as 7 amostras: teste de aceitação, Análise Descritiva Quantitativa e novamente análise tempo intensidade (para dulçor e sabor chocolate).

O projeto é de extrema relevância científica devido a ser um dos primeiros estudos feitos comparando chocolates meio amargo sem adição de açúcar e com redução calórica, sendo esses obtidos através de um amplo estudo e de um trabalho em planta piloto, que viabilizou o desenvolvimento desse novo tipo de chocolate, ainda não encontrado no mercado, pois apenas chocolates ao leite sem adição de açúcar são encontrados.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Chocolates

O chocolate é um produto obtido por um processamento adequado, a partir de um ou mais ingredientes: farelo ou pó de cacau (conhecido internacionalmente como Coccoa nibs), massa ou liquor de cacau, manteiga de cacau, com ou sem ingredientes opcionais permitidos pelo Food and Agricultural Organization (2003).

É um produto em franca expansão no mercado brasileiro. O mercado de chocolate teve um crescimento de 1,6% no ano de 2001 em relação ao ano 2000, segundo a ABICAB (2001), sendo a Páscoa o período de maior consumo, cerca de 18% da produção e a região Sul a maior consumidora do produto.

Segundo BECKETT (1994), o processamento tem os seguintes passos:

- a. *Preparação do grão* – do cacauero obtém-se os frutos em cuja polpa se encontram os nibs de cacau. Depois de separada a casca, esses nibs são fermentados, aonde certos compostos precursores de sabor no produto final (o chocolate) surgem. Caso essa fermentação ou as etapas seguintes, que consistem na secagem e torragem desses nibs, não forem efetuadas corretamente, alguns compostos de sabor desagradável podem acabar sendo formados. Com o grão pronto, ao chegar ao seu ponto de manufatura, o mesmo tem que ser limpo para a retirada de impurezas de transporte, como pequenas pedras.
- b. *Trituração* – como o próprio nome diz, consiste em homogeneizar as partículas dos compostos sólidos que constituem o chocolate, no caso a manteiga de cacau e o liquor, o açúcar e sólidos de leite que possam ser um pouco maiores e fazerem com que no produto final sejam sentidas na língua. Normalmente isso é feito com

moinho de rolos, transformando os ingredientes do chocolate em uma pasta, estando todos os componentes misturados, criando uma massa uniforme, com granulometria controlada, que não irá influenciar o produto final.

- c. *Conchagem* – a conchagem é o processo onde o produto refinado é submetido por várias horas à agitação e cisalhamento sob temperatura controlada, desenvolvendo sabor, removendo voláteis indesejados e promovendo a redução de umidade e viscosidade (MINIFIE, 1985; BARROCO & MENEZES, 1987). Este processo pode ser dividido em três fases: a primeira é a fase seca, onde ocorre o cisalhamento, a evaporação da umidade e eliminação de substâncias voláteis indesejáveis. A segunda é a fase pastosa, na qual há o desenvolvimento do sabor por meio de cisalhamento e aquecimento, eliminação de umidade e homogeneização. A terceira é a fase líquida onde ocorre o cisalhamento e a homogeneização por meio da agitação intensa (BECKETT, 1994).

Esta etapa ocorre em batelada, à temperatura de 60°C, e período de tempo de 8 horas. (MINIFIE, 1989). Quanto mais tempo de conchagem, maior a formação de compostos aromáticos desejáveis que surgem no produto final.

A transformação física mais importante na conchagem é a conversão do pó refinado em uma suspensão fluida de açúcar, partículas de liquor e leite em pó na fase líquida de manteiga de cacau (e porventura, também na gordura do leite). As transformações químicas mais importantes são: ligeira perda de umidade, perda de componentes não desejáveis de aroma e sabor (ácido acético e aldeídos de baixo ponto de ebulição) e o desenvolvimento de aminoácidos livres, que

juntamente com os açúcares redutores formam precursores de sabor através da reação de Maillard (BECKETT -1994).

- d. *Resfriamento e armazenamento em tanque encamisado* - Após a conchagem, o produto é resfriado em trocador de calor tubo-carcaça até atingir a temperatura de 45°C; a seguir, havendo necessidade, a massa pode ser armazenada em tanque encamisado até ser levada a temperadeira.
- e. *Temperagem* - Dentre todas as etapas, a temperagem é extremamente indispensável para obtenção de produto final de alta qualidade, pois influencia significativamente as propriedades físicas e sensoriais do chocolate.

A temperagem ou pré-cristalização inicia-se com a temperatura da massa entre 40°C–45°C (acima deste valor há desperdício de energia), pois nesta temperatura há fusão completa das gorduras. Este é o ponto de partida para a formação de cristais estáveis em uma massa de chocolate. O chocolate fundido é, então, resfriado sob agitação para induzir a cristalização. Nesse ponto, tanto as formas estáveis como parte das instáveis se cristalizam.

A manteiga pode solidificar em uma série de cristais diferentes conhecidos como formas polimórficas. Há cinco tipos de cristais conhecidos, sendo os na forma β mais estáveis que os outros (γ , α e β') e, no chocolate, produzem melhor cor e características de dureza, manipulação e conservação.

A temperagem tem como objetivos: permitir uma rápida solidificação da massa de chocolate no molde; maior contração de volume; consistência final ideal (*snap*), brilho e evitar a formação do *fat bloom* durante a armazenagem.

Dentre os parâmetros mais importantes que devem ser considerados durante a temperagem de um chocolate, seja em escala artesanal ou industrial, temos: tempo de residência, devendo este ser suficiente para que ocorra a formação e a multiplicação dos cristais estáveis; velocidade de agitação, para que ocorra boa transferência de calor e massa no produto; e temperatura, que afeta o sub-resfriamento que é a força propulsora da cristalização (HARTEL, 1991; NELSON, 1994; LAWLER & DIMICK, 1998). Durante a temperagem, a quantidade de partículas sólidas aumenta ligeiramente e com ela também a viscosidade (BECKETT, 1994).

A viscosidade na temperagem leva em conta que o chocolate depois de temperado tem mais de um estado cristalino. A viscosidade é afetada pela quantidade, tipo e maturação dos cristais. A manteiga e gorduras similares são capazes de solidificar em diferentes formas, as quais, ao esfriarem e solidificarem afetam a superfície, cor, tempo de solidificação e conservação do produto final. Na máquina de temperar, apenas uma porcentagem (2% – 4%) dos cristais da matéria graxa se solidifica (NELSON; citado por BECKETT, 1994).

O controle da viscosidade durante o processo de temperagem é indispensável para padronização do processo e do produto final. A espessura da camada de chocolate nos bombons, tempo de acomodação nos moldes, precisão de reprodução da estampa dos moldes e a saída de gases da massa, dependem diretamente da viscosidade. É muito importante para a indústria controlar este parâmetro, de modo a reduzir gastos e estabelecer condições de processo.

Para saber se o chocolate está temperado corretamente e pronto para a moldagem, existem dois métodos básicos que conduzem ao mesmo resultado final, um consiste numa prova eminentemente prática e outro, mais científico, através de curvas de resfriamento (BECKETT, 1994).

Na forma prática, uma amostra (uma peça banhada) é colocada em uma sala fria a 18°C. Se o chocolate solidificar rapidamente com o ar em repouso e apresentar bom brilho, é muito provável que a temperagem esteja próxima a seu ponto ótimo (BECKETT, 1994).

No método científico a curva de resfriamento é obtida registrando-se a velocidade de resfriamento em função do tempo através da utilização de um medidor de temperagem. Cada temperadeira possui uma curva de resfriamento específica.

- f. *Moldagem, resfriamento e desmolde* - A moldagem envolve a deposição do chocolate temperado através de pingadeiras ou dosadoras em formas de policarbonato que sofrem um processo vibratório para eliminação das bolhas de ar, e através de esteira, estas seguem para o túnel de resfriamento a temperatura de 6-10°C. Após o túnel, as formas são viradas e o chocolate é desprendido das formas, as quais voltam pela esteira para novo processo de enchimento.

O resfriamento exige cuidados especiais quando se deseja obter chocolates de boa aparência, pois se pode destruir todos os cristais obtidos. A temperatura do local de trabalho deve estar por volta de 20°C.

O objetivo do resfriamento é retirar o calor que está sendo naturalmente gerado pela formação dos cristais. A definição das melhores condições de um

resfriamento depende de diversos fatores, principalmente da composição do chocolate e, sobretudo da proporção de manteiga (ITAL, 1998).

- g. *Embalagem dos tabletes armazenados* - Os tabletes recém desenformados são enviados para uma sala a temperatura de 18°C para receber a embalagem primária e secundária. Os tabletes embalados são acondicionados em caixas de papel-cartão (embalagem terciária), que são adicionadas a caixas de papelão ondulado (embalagem quaternária); estas caixas permanecem em palets até o momento de serem transferidas para a câmara de estocagem a temperatura de 18°C e umidade máxima de 50%.

Sabe-se que as duas mais importantes variáveis de armazenagem são a temperatura e a umidade relativa, relacionadas à transferência de calor e massa. Estes fatores afetam a mobilidade relativa das moléculas dentro do produto, podendo causar mudanças na distribuição do tamanho dos cristais. O aumento da temperatura de armazenagem resulta no aumento da mobilidade molecular, permitindo significantes mudanças na estrutura do cristal (HARTEL, 1991). Nesse caso, pode ocorrer a formação do *fat bloom*.

Segundo Loisel et al. (1997) o *fat bloom* é um defeito físico que aparece durante a armazenagem do chocolate, resultando na formação de grandes cristais de gordura na superfície do chocolate, dando uma aparência esbranquiçada ao produto. Seu mecanismo de formação não é claramente entendido, embora esteja relacionado com as formas polimórficas da manteiga. Estudando trabalhos de diferentes pesquisadores, concluiu-se que geralmente o *fat bloom* é considerado como a migração da fração líquida da gordura dentro da matriz do chocolate e sua

gradual recristalização na superfície. Esta recristalização é caracterizada ou acompanhada por uma transição polimórfica para outra mais estável.

Além disso, o armazenamento de chocolates em condições úmidas ou em contato com paredes frias pode ocasionar a formação do *sugar bloom*, caracterizado por apresentar uma cor acinzentada na superfície do chocolate, de aparência semelhante ao *fat bloom*, porém se difere por ser uma camada rugosa, irregular e não gordurosa, não sendo removida facilmente com os dedos. Ocorre em chocolate ao leite e chocolate meio amargo e, quando observado em microscópio, são vistos pequenos cristais de açúcar (ITAL, 1998).

Para se evitar tais problemas durante o armazenamento do chocolate, a sala de armazenamento dos produtos que saem do túnel não deve estar com temperatura maior que 20°C, já que neste caso pode haver inibição no processo de formação dos cristais estáveis, pois estes continuam se formando mesmo após o resfriamento do produto (ITAL, 1998).

Quando se deseja obter diferente tipos de chocolate, fazem-se pequenas modificações nos processos, como mostra a Tabela 1:

Tabela 1: Tipos diferentes de chocolate

Tipo de chocolate	Modificação de processo
Chocolate ao leite	Leite em pó e/ou condensado para substituir um parte da pasta de cacau
Chocolate meio amargo	Maior proporção de pasta e manteiga de cacau, com pouco açúcar
Chocolate branco	Sem pasta de cacau
Chocolate cobertura	Maior proporção de manteiga de cacau, muito usado em confeitarias
Chocolate para confeitaria	Elevado conteúdo de gorduras vegetais, usado para a imersão de frutas e doces
Chocolate em pó	Semente de cacau reduzido a pó, com extração da maior parte da manteiga de cacau e adicionado açúcar
Achocolatados	Chocolate em pó, com açúcar e leite em pó
Chocolate orgânico	Produzido a partir de cacau sem agrotóxicos

Fonte: www.abicab.org.br

Por ser um produto baseado em gordura vegetal e açúcar, o chocolate apresenta um alto valor calórico, como pode ser visto na Tabela 2:

Tabela 2: tabela nutricional de diversos tipos de chocolate / 100g

Tipo de chocolate	Energia (Kcal)	Carboidrato (g)	Proteína (g)	Gordura (g)	Ferro (mmg)
Amargo	615	30	5,5	53	4,5
Leite em tabletes	610	30	13	50	2,5
Leite	550	51	8	35	4
Branco	530	54,5	8	31	0,2
Em pó	510	47	15	30	2,5
Com amêndoas	465	50	18,5	21	3
Em pó instantâneo	390	81	6	5	2,5
Quente (líquido)	85	10	3,5	3,5	0,3

Fonte: www.abicab.org.br

2.2 *Edulcorantes*

O diabetes é caracterizado pela dificuldade do organismo em metabolizar os açúcares ingeridos, visto que as pessoas que possuem diabetes não produzem insulina suficiente ou não podem usar a insulina produzida (AZUCAR, 1999).

GARCIA (2000) estimou que em 2000 havia no mundo cerca de 175,3 milhões de pessoas com diabetes e somente na América Latina os diabéticos correspondiam a 16,5 milhões de pessoas (Tabela 3). No Brasil, estima-se que 7,6% da população entre 30 e 69 anos tenha diabetes tipo 2. Deste modo, aproximadamente 5 milhões de brasileiros possuem este tipo de diabetes (GARCIA, 2000).

Tabela 3. Estimativas globais e projeções de diabetes, 1994 a 2010 (em milhões de habitantes):

Mundo e regiões	População total	Nº de diabetes em 1994	Projeção para 2000	Projeção para 2010
Mundo	5.638.219,0	110,2	175,3	239,2
América Latina	483.862,0	12,6	16,5	20,2
América do Norte	286.041,0	15,1	17,0	18,9
Europa	510.873,0	18,5	23,7	28,0

Fonte: *Special Report – Epidemiology of NIDDM – Diabetes Mellitus*

Seguindo a tendência atual de produtos com baixa caloria, a utilização de diferentes edulcorantes, com o objetivo de reduzir os valores calóricos dos chocolates, associada a uma redução do valor total de gorduras se justifica, já que ambos são os maiores constituintes dos mesmos, e os principais causadores dos altos valores de energia. A isso se junta à busca atual por novos adoçantes não calóricos, podendo ser em forma líquida, pó ou tabletes, sempre com a finalidade de substituir a sacarose, com o objetivo de melhorar a qualidade de pessoas que sofrem de diabetes, conforme mostrado na Tabela 3 e obesidade, por exemplo.

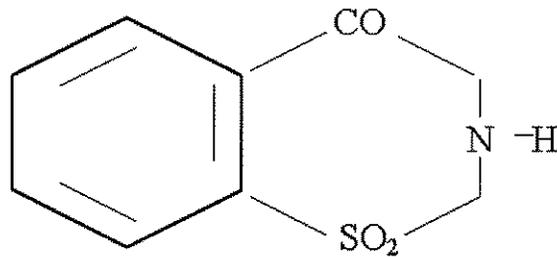
Nos dias de hoje, são diversos os adoçantes permitidos em alimentos, sendo cada um utilizado a partir de suas características específicas, como maior intensidade e persistência do gosto doce ou presença de sabor residual.

Sempre que se busca substituir a sacarose por adoçantes não calóricos, há uma procura por produtos que sejam dotados de gosto e características próximas às da sacarose. Várias são as substâncias que surgiram para suprir essa necessidade, mas ainda poucas foram comprovadamente consideradas seguras para consumo humano, tendo um bom potencial adoçante e estabilidade satisfatória.

2.2.1 Sacarina

Entre as substâncias com poder adoçantes mais utilizados atualmente, tem-se a sacarina, com um poder de doçura 300 vezes maior do que a sacarose, mas com um gosto residual amargo em solução aquosa (CROSBY, 1976). A sacarina pode ser combinada com outros adoçantes, sendo o ciclamato o mais comum. Com um poder de doçura apenas 30 vezes superior a da sacarose, o ciclamato possui a vantagem de reduzir o gosto amargo residual da sacarina quando está associado à mesma (HIGGINBOTHAM, 1983).

A versatilidade da sacarina permite seu emprego em muitos alimentos, medicamentos e anti-sépticos em função da sua alta estabilidade ao armazenamento e aquecimento, por se combinar bem com outros edulcorantes e por se incorporar bem às misturas líquidas ou secas (NABORS & GELARDI, 1986). Quimicamente corresponde a 2,3 dihidro, 3- oxobenzeno iso sulfanazol.



Sacarina
(Imida do ácido sulfobenzóico)

Figura 1: Estrutura química da sacarina (NABORS & GELARDI, 1986)

Nos anos setenta foram levantadas hipóteses de que a sacarina e o ciclamato possuíam um potencial carcinogênico, e por essa razão, tiveram seu uso proibido em alimentos, fazendo com que pesquisadores procurassem substitutos não calóricos para a sacarose (GUTHRIE, 1989). No entanto, anos mais tarde novos estudos não conseguiram provar tal hipótese (GOLBERG *et al*, 1983; GUTHRIE, 1989), e a utilização de sacarina e ciclamato foi novamente permitida em vários países, mas com restrições à sua ingestão diária. Por isso, os consumidores atualmente tem preferido outros adoçantes recentemente permitidos, já que os mesmos possuem um gosto residual menor e uma melhor qualidade sensorial, como o aspartame, o extrato de folhas de estévia e o acessulfame K.

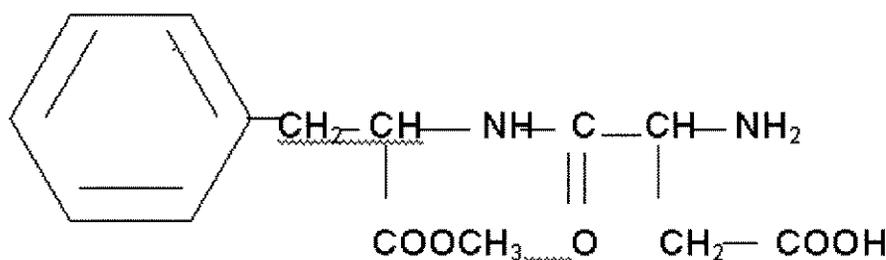
A ingestão diária admissível foi fixada em 5mg por quilograma de peso corpóreo. (COUTO, 2000).

2.2.2 Aspartame

O intenso gosto doce do composto N-L- α -aspartil-L-fenilalanina-L-metil éster, mais conhecido como aspartame, foi descoberto acidentalmente em 1965 pelo químico

James Schlatter, durante a síntese de um tetrapeptídeo para tratamento de úlcera gástrica, para ser utilizado em um ensaio biológico (MAZUR & RIPPERR, 1979).

A molécula de aspartame é composta de 39,5% de ácido aspártico, 50% de fenilalanina e 10,5% de éster metílico (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).



Aspartame
N-L- aspartil-L-fenilalanina-1-metil éster

Figura 2: Estrutura química do aspartame (NABORS E GELARDI, 1986)

Pode ser utilizado em praticamente todos os tipos de alimentos incluindo adoçantes de mesa, assados, misturas em pó, cereais, gomas de mascar, balas duras e moles, sobremesas, bebidas, refrigerados, geléias, coberturas, produtos lácteos, chocolates e farmacêuticos (ANDERSON, 1990).

O aspartame vem sendo largamente utilizado pelos consumidores e indústrias em produtos “diet” e “light” por ele ter características muito semelhantes às da sacarose (HOMLER, 1988; RÉ, 1990; SAMUNDSSEN, 1985). THOMSON & TUNALEY (1987) avaliaram diversos adoçantes através de escala de similaridade e concluíram que o aspartame foi o adoçante que apresentou as características mais próximas às da sacarose.

Além disso, possui maior estabilidade na faixa de pH de 3,0 - 5,0, apresenta estabilidade ótima em pH 4,3 e seu ponto isoelétrico é 5,2, onde se encontra a maioria dos alimentos e bebidas e em teor de umidade de 4,0 - 4,5%. O aspartame ao ser ingerido fornece 4 Kcal/g, tendo em vista seu poder edulcorante a quantidade a ser consumida comparando-se com a sacarose é 200 vezes menor, tornando o aporte calórico desprezível (CARDELLO e DAMASIO, 1997).

O aspartame acentua o aroma e prolonga a percepção do sabor de frutas, principalmente as ácidas como laranja, limão, maracujá, goiaba e morango. A intensificação é mais efetiva com sabores naturais do que com artificiais. Pode potencializar também o gosto amargo (CÂNDIDO e CAMPOS, 1996).

Apesar de ser instável a temperaturas elevadas, vários processamentos como UHT ("Ultra Hight Temperature") e HTST ("Hight Temperature Short Time") promovem perdas inferiores a 3% na doçura do produto final (RÉ, 1990).

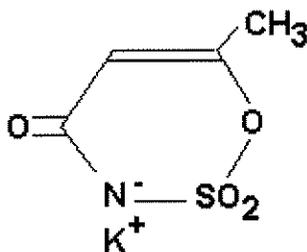
LARSON-POWERS e PANGBORN (1978) consideraram que o aspartame é 53 e 59 vezes mais doce que a sacarose a 10% de solução aquosa a temperatura de 3 e 22°C respectivamente, em formulações de bebidas aromatizadas com sabor morango, laranja e limão.

A Legislação Brasileira, através do Comunicado DINAL n° 08/81 de 13/10/81, autorizou o uso de aspartame como aditivo edulcorante em emprego restrito a alimentos dietéticos destinados à dietas de restrição de açúcar e/ou regimes de baixa caloria. A Portaria n° 24 da SNVS, de 24/04/88 determinou que os produtos contendo aspartame apresentem no rótulo a inscrição: "Fenilcetonúricos: contém fenilalanina" (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

A ingestão diária admissível (IDA) para o aspartame foi fixada em 40mg por quilograma de peso corpóreo pelo JECFA (ADOÇANTES INTENSIVOS, 2001) e em 50mg por quilograma de peso corpóreo pelo FDA (RABAY & TORRES, 1996).

2.2.3 *Acessulfame - K*

Outro edulcorante muito comumente utilizado é o acessulfame-K. Quimicamente o acessulfame-K é o sal potássico da sulfonamida cíclica 6-metil, 1, 2, 3-oxatiazina-4(3H)-ona-2,2-dióxido. Algumas variações de substitutos nas posições 5 e 6 do anel afetam a intensidade e a característica de sua doçura (NABORS e GELARDI, 1986).



Acessulfame-K
(Sal potássico da sulfonamida cíclica 6-metil
1,2,3-oxatiazina-4(3H)-ona-2,2-dióxido)

Figura 3: Estrutura química do acessulfame-K (NABORS E GELARDI, 1986)

Em todos os países onde o acessulfame-K é comercializado, sua marca registrada é Sunett® Hoescht AG, (Alemanha), com exceção dos EUA, onde a marca é Sunette ® da Hoescht, Celanese Corporation (RYMON *et al.*, 1993).

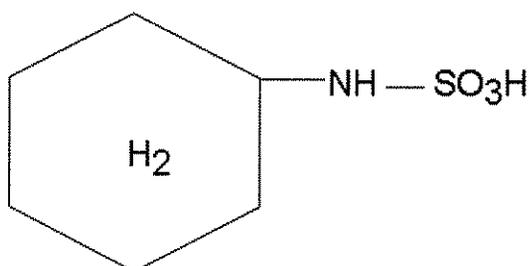
Seu potencial de utilização é ilimitado, podendo ser desde adoçante de mesa até ser combinado com outros edulcorantes em bebidas semidoces ou carbonatadas, por

exemplo, conferindo à doçura estabilidade e qualidade. Como é estável a pasteurização, ele é indicado para produtos lácteos e enlatados (NABORS & GELARDI, 1986).

A ingestão diária admissível (IDA) para o acessulfame-k foi fixada em 15mg por quilograma de peso corpóreo estabelecida pelo JECFA (ADOÇANTES INTENSIVOS, 2001).

2.2.4 Ciclamato

O ciclamato foi descoberto em 1937, é denominado ácido ciclohexil sulfâmico, podendo existir sobre quatro formas químicas: ácido ciclâmico, ciclamato de cálcio, de sódio e potássio. É um produto sintético obtido da sulfonação da ciclohexilamina (CAETANO, 1990).



Ciclamato
(Ácido ciclohexansulfâmico)

Figura 4: Estrutura química do ciclamato (NABORS E GELARDI, 1986)

WELLS (1996), diz que o ciclamato não apresenta gosto amargo como a sacarina, têm sinergismo com edulcorantes intensos como sacarina, aspartame e acessulfame K, sucralose, alitame e esteveosídeo, apresenta excelente qualidade de gosto e excepcional estabilidade ao armazenamento. O ciclamato é compatível com uma ampla gama de outros ingredientes, incluindo flavorizantes artificiais e naturais, sendo capaz de

intensificar sabores naturais de frutas. As principais propriedades do ciclamato são: 30-50 vezes mais doce que a sacarose para alimentos e bebidas à base de frutas, estável a frio ou à quente, na forma seca, em soluções aquosas, na presença de gases (refrigerantes), a ampla faixa de pH 2,0-10,0, altamente solúvel em água e longa vida de prateleira.

O ciclamato pode ser utilizado em adoçantes de mesa, refrigerantes, refrescos em pó artificiais, sucos concentrados, iogurtes, sorvetes, chocolates, gomas de mascar, compotas, pães, tortas e bolos (CAETANO,1990).

O ciclamato é aprovado em mais de 50 países. No Brasil, foi aprovado pela Resolução nº04 do CNS de 24/11/88, que determinou que os níveis máximos permitidos para o ciclamato fossem de 130mg/100g em alimentos dietéticos (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

A ingestão diária admissível para o ciclamato foi fixada em 11mg por quilograma de peso corpóreo pelo JECFA e o SCF (ADOÇANTES INTENSIVOS, 2001).

2.2.5 Sucralose

A sucralose, quimicamente denominada 4-cloro-4-deoxi- α -D-galactopiranosídeo é obtida pela cloração da sacarose, de forma seletiva nas posições 4, 1' e 6' da molécula do açúcar. É 600 vezes mais doce que a sacarose em solução 5% e isenta de calorias (KATO, 1976).

A sucralose é o único adoçante não calórico produzido a partir do açúcar, não sendo percebido nenhum sabor residual, podendo ser usado em praticamente todos os produtos nos quais usa-se açúcar, incluindo produtos assados e cozidos (SPLENDIA, 2000). Seu poder adoçante é cerca de 600 vezes o da sacarose, não é metabolizado pelo

organismo (portanto pode ser ingerido por diabéticos) e é estável a largas faixas de temperatura e pH (SUCRALOSE, 1999).

Na determinação da inocuidade da sucralose, o FDA analisou mais de 110 estudos em seres humanos e animais. A maioria dos estudos estavam voltados para identificar possíveis efeitos tóxicos, incluindo carcinogênicos, reprodutivos e neurológicos. Nenhum efeito colateral foi encontrado, e a aprovação da FDA está baseada na seguridade da sucralose para os seres humanos (FDA APPROVES, 1999).

A ingestão diária admissível (IDA) para a sucralose foi fixada em 15mg por quilograma de peso corpóreo (ZINK, 2000).

2.2.6 Estévia

Dentre os vários adoçantes de origem natural permitidos atualmente a serem utilizados como substituintes da sacarose, o extrato de folha de estévia ocupa uma posição de destaque. É um pó branco, composto por glicosídeos terpênicos extraídos das folhas da *Stévia rebaudiana* Bertoni, sendo esse pó formado por cristais adoçantes de estévia, denominado genericamente de esteviosídeo. Os esteviosídeos propriamente ditos e seus anômeros, os rebaudiosídeos, são os componentes principais, sendo os rebaudiosídeos aqueles que conferem a doçura do composto (HIGGINBOTHAM, 1983), sendo esse produto notável por sua intensa doçura (SOEJARTO, KINGHORN, FARNSWORTH, 1982).

Originária da Serra do Amambai, a *Stévia rebaudiana* é um erva da família das *Compositae* e foi classificada por Bertoni em 1905, sendo atualmente cultivada em diversas partes do mundo, como Japão, Coréia, China, entre outros.

O princípio ativo da estévia é utilizado há séculos pelos nativos indígenas paraguaios (PHILLIPS, 1988). Os japoneses vêm desde 1950 aprimorando o cultivo da estévia e resolvendo uma série de problemas de refino, como uma série de aromas indesejáveis. No Brasil, sua industrialização vem sendo feita pela “Stéviafarma Industrial S/A”, em Maringá, Paraná, com apoio da Universidade Estadual de Maringá.

No Brasil, o Ministério da Saúde oficialmente liberou o uso do esteviosídeo em 1986, considerando-o como um edulcorante natural com uso liberado em alimentos e bebidas.

A ingestão diária admissível para o esteviosídeo foi fixada em 5,5mg por peso corpóreo pela FAO (RABAY & TORRES, 1996).

A Tabela 4 com o resumo dos edulcorantes de alta intensidade apresentados anteriormente:

Tabela 4: Comparação entre edulcorantes de alta intensidade

Edulcorante	Sabor residual	Dulçor relativo à sacarose	IDA (mg/Kg corpóreo)	Efeito sinérgico	Caloria (Kcal/g)
Acessulfame-K	Gosto amargo	200 vezes	15	Sim	Isento
Sucralose	Não	600 vezes	15	Sim (exceto c/ sacarina e ciclamato)	Isento
Aspartame	Não	200 vezes	50	Sim	4
Ciclamato	Gosto doce/azedo	30-40 vezes	11	Sim	Isento
Esteviosídeo	Gosto amargo	300 vezes	5,5	Sim (exceto c/ sacarina)	Isento
Sacarina	Gosto metálico	300 vezes	5	Sim	Isento

Fonte: <http://www.bediet.com.br>

REDLINGER & SETSER (1992), citado por MORI (1992), avaliaram as características de doçura da sacarose, frutose, aspartame, acessulfame-K, sacarina de sódio e ciclamato de cálcio em soluções aquosas e lipídicas. Escalas lineares com pontos de referência foram utilizadas para avaliar a intensidade máxima, doçura residual e gosto remanescente não doce; concluiu-se que nenhum adoçante foi percebido exatamente igual à sacarose, e a intensidade e os perfis de doçura variaram entre os sistemas de alimentos e entre os adoçantes.

Até o momento não é possível prever as propriedades sensoriais de qualquer composto doce através de sua estrutura química. Isto ocorre pelo fato de as propriedades físico-químicas de moléculas que proporcionam a percepção do gosto doce ainda não serem bem conhecidas. Uma teoria que explica o gosto doce, é a de

SHALLEMBERGER e ACREE (1973), que postularam que a condição necessária para promover o gosto doce é um par AH-B, onde A e B são átomos carregados eletronegativamente e H é um átomo de hidrogênio que é parte de um sistema polarizado A-H, os quais poderiam originar pontes de hidrogênio com o receptor doce como a hidroxila dos açúcares. Todas as substâncias doces devem possuir uma ponte de hidrogênio doadora (AH) e uma ponte de hidrogênio receptora (B). O grupo AH-B na molécula estimulante, presumivelmente interage com o sítio complementar AH-B, localizado na membrana do receptor do gosto, para formar simultaneamente duas ligações de hidrogênio. Foi sugerido que um terceiro sítio lipofílico pode ser necessário para proporcionar uma doçura intensa, como no caso dos edulcorantes (KIER, 1972).

Para que os edulcorantes sejam aplicados com êxito é necessário que, além de sua segurança absoluta, eles apresentem características sensoriais agradáveis, com doçura semelhante à da sacarose. A única forma de se avaliar a aceitação de um edulcorante é a aplicação da análise sensorial (CANDIDO, 1996).

2.3 Agentes de corpo

Para que um alimento seja considerado diet em açúcares, no mesmo não pode ser adicionada sacarose, o que é normalmente o produto mais presente em chocolates. Assim, 2 produtos foram utilizados com essa principal função, a de agirem como substituintes de corpo no produto, já que a doçura será dada pelos edulcorantes de alto impacto. Esses dois produtos são a polidextrose e o lactitol

2.3.1 Lactitol

O lactitol descoberto em 1920 e sintetizado com êxito em 1937, é um poliól dissacarídeo, o 4-O-β-D-galactopiranosil -D-sorbitol (C₁₂H₂₄O₁₁.H₂O). É obtido através da hidrogenação catalítica de uma solução de lactose (açúcar do leite) a 30-40% por redução de uma unidade glicopiranosil em sorbitol (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

O lactitol é comumente usado como adoçante/agente de corpo em alimentos com controle de calorias (LACTITOL, 1999). Devido a sua baixa doçura (0,3-0,4 vezes da sacarose) é industrialmente utilizado como suporte e estabilizador de aromas e em produtos farmacêuticos. Mostra perfil de doçura semelhante ao da sacarose com dulçor suave e sem sabor residual (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996). Sua doçura intermediária faz necessária a combinação com edulcorantes de alta intensidade (e baixa caloria) como o aspartame, a sacarina, o acessulfame-k.

Ao contrário do metabolismo da lactose, o lactitol não é hidrolisado pela lactase. Também não é hidrolisado ou absorvido no intestino delgado. Lactitol é metabolizado por bactérias e convertido em biomassa, ácidos orgânicos, dióxido de carbono e uma pequena concentração de hidrogênio (LACTITOL,1999).

O lactitol forma cristais sem cor ou odor e não é higroscópico (a forma anidra é higroscópica e absorve mais água que o xilitol). É um pouco menos solúvel que o sorbitol e mais estável que a lactose. Não tem um grupo carboxil livre, não sofre reação de *Maillard*. Se decompõe apenas a temperaturas acima de 200°C.

Lactitol é prontamente solúvel em água e miscível com outros polióis e carboidratos. Suas soluções são levemente menos viscosas que as de lactose em mesma concentração (LINKO, 1982).

O lactitol apresenta uma série de vantagens, como a característica de ser um bom agente de corpo, com um suave dulçor, dando versatilidade com alta qualidade e baixa caloria. Também não é muito higroscópico, ou seja, não absorve muita umidade, mantendo seu frescor e ainda aumentando a vida de prateleira de produtos aonde seja aplicado, como gomas de mascar e biscoitos. Não induz o aumento da glicose sanguínea ou insulina, mesmo sendo um ingrediente adoçante, contribuindo com apenas metade das calorias dos carboidratos. Para a saúde, tem o benefício de não ser metabolizado pelas bactérias da boca, não causando cáries (LACTITOL, 2003). Pela nossa legislação, contribui com apenas 2,4Kcal/g.

O Comitê Científico para Alimentos da UE e o JECFA estabeleceram "IDA não especificada" para o lactitol, porém para evitar efeito laxativo não deve ser excedida a dose de 20g/dia. O organismo é capaz de se acostumar com o lactitol num período de tempo relativamente curto, permitindo o consumo de doses superiores à recomendada (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

2.3.2 Polidextrose

É um polímero de moléculas de glicose unidas por ligações α -1,6 contendo como grupo terminal o sorbitol e/ou ligações monoésteres de ácido cítrico. Para sua produção são utilizados dextrose : sorbitol : ácido cítrico na proporção 89:10:1 (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Polidextrose é um ingrediente desenvolvido para dar corpo, textura, *mouthfeel* e atributos funcionais aos adoçantes não calóricos. Tais atributos são geralmente perdidos nas formulações de produtos de baixas calorias. A razão principal para o sucesso da

polidextrose é seu valor calórico reduzido: 1kcal/g. Esta baixa caloria é devido à molécula ser grande, complexa e ramificada ao acaso, logo não é quebrada pelas enzimas digestivas, sendo metabolizada apenas pelas bactérias do intestino, portanto seu metabolismo é independente da insulina e pode ser consumida por diabéticos (MOPPETT, 1991).

Em sistemas alimentares, a polidextrose pode sofrer reação de *Maillard* similar a outros compostos redutores, sendo que o aumento do pH das soluções acelera-se o processo de escurecimento. Esta reação é altamente desejável em chocolates, *toffee* e caramelos.

Remover ingredientes solúveis, como o açúcar, afetará a atividade de água dos alimentos, fator importante para a textura e estabilidade microbiana. A polidextrose possui uma atividade de água que se assemelha a da sacarose.

A polidextrose, ajuda a controlar a taxa de umidade ganha ou perdida durante prolongados períodos, logo usá-la em doces e produtos de panificação, ajuda na preservação do sabor e aumenta a vida-de-prateleira dos produtos (PFIZER, 2000).

A polidextrose é aprovada em cerca de 60 países. O JECFA estabeleceu "IDA não especificada" para a polidextrose. Foi liberada pela FDA em 1981 para uso em um número muito grande de produtos sendo considerado como carboidrato, com valor calórico de 1kcal/g. Deve constar no rótulo que o consumo excessivo pode causar efeito laxativo em indivíduos sensíveis (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

2.4 Análise sensorial

Como garantia de qualidade, os testes sensoriais são muito eficientes, já que são medidas multidimensionais integradas, possuindo importantes vantagens, tais como: ser capaz de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definir características sensoriais importantes de um produto de forma rápida, e ser capaz de detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos. Sempre que se aplica uma avaliação sensorial, uma ferramenta poderosa e eficiente está sendo usada para assegurar a integridade de um produto no mercado (MUNÓZ *et al*, 1992).

O perfil sensorial de adoçantes, em conjunto com testes de salinidade, acidez e amargor constitui o limite básico para o estímulo gustatório e tem associação com o prazer para as espécies animais, incluindo o homem, os quais são biologicamente dependentes diretamente de um açúcar como fonte de energia metabólica. Como conseqüência, o açúcar deve ser tradicionalmente aceito como um meio para melhorar a palatabilidade dos alimentos e bebidas, preenchendo e satisfazendo uma importante função na dieta moderna.

As percepções de gostos básicos e sabores depende não somente das propriedades químicas e físicas das substâncias que estimulam os receptores da gustação e olfação, mas também das condições fisiológicas e psicológicas do ser humano (BLUNDELL e ROGERS, 1991).

2.4.1 Testes afetivos

Os testes afetivos têm como objetivo avaliar a resposta dos indivíduos com relação à preferência e ou aceitação de um produto ou características específicas do produto através de consumidores habituais ou potenciais do mesmo. A utilização de testes afetivos está aumentando entre as empresas de maior expressão que têm conhecimento de estudos de consumidor, assegurando assim que sejam atendidas as expectativas do consumidor final (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 1998).

A aceitabilidade de um produto foi definida pela ABNT (1993), como o grau de aceitação de um produto por um indivíduo ou população em termos de propriedades sensoriais.

As propriedades sensoriais são influenciadas diretamente pela composição química e propriedades físicas de um produto. São percebidas pelo indivíduo como atributos de aparência, aroma, sabor e textura, os quais influenciam a competitividade entre os produtos (MOLNAR, TOTH & BOROSS., 1992).

Os testes afetivos que melhor avaliam a aceitabilidade de produtos e serviços são aqueles que utilizam os próprios consumidores desses produtos e os seus resultados proporcionam maiores oportunidades de ação (STONE & SIDEL, 1993).

Sempre que se desejar saber o grau de aceitabilidade de uma amostra, utiliza-se uma análise de aceitação, as quais devem sempre ser realizadas em laboratório especializado, por um equipe de 25 a 50 pessoas.

De todas as escalas e métodos testados, a escala hedônica de nove pontos ocupa um único nicho em termos de aplicabilidade para medir a preferência e a aceitação de um produto. A escala foi desenvolvida e descrita com detalhes por JONES *et al* (1955),

como parte de um grande esforço para avaliar a aceitabilidade de refeições militares; essa investigação estudou um número de escalas diferentes variando o comprimento e o número de categorias, e também visou meios de selecionar as palavras mais apropriadas para serem usadas como âncora para cada categoria. Esta pesquisa rendeu uma escala de 9 pontos ou categorias e nove declarações, a escala hedônica é simples para descrever e de fácil uso e compreensão por parte dos consumidores (STONE & SIDEL, 1993).

A escala hedônica é facilmente entendida por consumidores com o mínimo de instrução. Os resultados têm provado ser notavelmente estável e as diferenças são reproduzidas com diferentes grupos, considerando ainda que a escala foi largamente usada por muitas empresas com sucesso em termos de confiabilidade e validade dos resultados (STONE & SIDEL, 1993).

Para todos os dados obtidos em um teste de aceitação, uma análise de variância univariada (ANOVA) deve ser feita, seguida sempre de um procedimento estatístico, o teste de médias de Tukey, que verifica se há diferença significativa entre as médias, em um determinado nível de confiança, normalmente 95% (STONE & SIDEL, 1993; MEILGAARD, 1987).

Com a análise de aceitação, existe a possibilidade de haver a transformação de dados subjetivos em objetivos, obtendo-se informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de determinado produto.

2.4.2 Análise Tempo – Intensidade

A percepção de gostos básicos e sabores dependem não somente das propriedades químicas e físicas das substâncias que estimulam os receptores da gustação e olfação, mas também das condições psicológicas e fisiológicas (BLUNDELL & ROGERS, 1991). NAKAGAWA *et al* (1995) realizaram dois tipos diferentes de teste, utilizando grupos de controle com 3 gostos básicos: amargo, ácido e doce, sendo comprovado que, após um estresse mental intenso, a percepção dos gostos foi minimizada, principalmente para o amargo e para o ácido. Em um estresse físico, apenas o ácido foi minimizado. O teste utilizado foi o denominado tempo-intensidade.

O teste tempo-intensidade vem crescendo e ganhando especial atenção como avaliador da percepção da gustação, aproveitando o rápido desenvolvimento da informática, que minimizou os maiores problemas desse teste, que eram a coleta de dados, cálculos lentos e pouco precisos.

Os estímulos sensoriais da gustação, provocados por substâncias químicas, mostram mudanças dinâmicas perceptíveis em intensidade, durante todo o tempo de contato com a mucosa oral (LEE & PANGBORN, 1986). A avaliação sensorial clássica quantifica a resposta sensorial usando um ponto único de medida. Os provadores fazem uma média do tempo ou integram suas respostas de modo a decodificarem-nas para um valor de intensidade único. A avaliação sensorial realizada utilizando-se o método tempo-intensidade provê informações sensoriais temporais sobre o estímulo percebido (CLIFF & HEYMANN, 1993).

A avaliação sensorial clássica tem a característica de utilizar apenas um ponto de medida. A percepção do aroma, gosto e textura é um fenômeno dinâmico, o que é bem

analisado pelo teste tempo-intensidade. Os provadores fazem uma média do tempo ou integram sua resposta para decodificarem suas respostas para um valor de intensidade único.

A análise tempo-intensidade mede a intensidade do estímulo percebido de acordo com o tempo percorrido, ou seja, a velocidade, duração e intensidade percebidas em um estímulo único.

O sabor, aroma, textura e sensações térmicas e picantes, presentes em alimentos e bebidas, mostram mudanças dinâmicas perceptíveis em intensidade, durante todo o tempo de contato com a mucosa oral (LEE & PANGBORN, 1986).

Diferentes estímulos sensoriais possuem uma característica em comum no decorrer do tempo, que é o aumento da percepção, seguido de uma intensidade máxima, que caminha para a extinção (KELLING & HALPERN, 1983).

De acordo com DUBOIS *et al* (1977) e LARSON-POWERS & PANGBORN (1978), determinadas substâncias julgadas como idênticas na intensidade total do estímulo proporcionado podem diferir dramaticamente em suas curvas tempo-intensidade.

O primeiro estudo realizado para avaliar os parâmetros tempo-intensidade de diferentes substâncias em sistemas alimentares foi realizado por NEILSON (1957), o qual demonstrou que um mesmo gosto ou aroma é percebido em diferentes intensidades, ao longo de um determinado período. Essas intensidades foram avaliadas a cada segundo, por um determinado espaço de tempo. Foram obtidas curvas características de tempo-intensidade para cada substância avaliada. Desta constatação em diante, não foi

possível mais ver a análise sensorial de alimentos sem a avaliação tempo-intensidade, partindo desde os gostos básicos até sistemas alimentares super complexos.

Essa técnica, o teste tempo-intensidade, está atualmente em destaque, por ser um teste além de preciso, extremamente prático, e se mostra extremamente eficiente em trabalhos com as propriedades temporais de diversos sistemas complexos, como alimentos e bebidas (CLIFF & HEYMSNN, 1994).

Não existe ainda um consenso de quais parâmetros das curvas obtidas devem ser usados no teste tempo-intensidade, mas a maioria dos autores utiliza a área total sob a curva, o tempo total de duração do estímulo em segundos e a intensidade máxima do estímulo (SWARTZ, 1980; DUBOIS & LEE, 1982; HARRISON & BERNHARDT, 1984; OTT *et al*, 1991; KEMP & BIRCH, 1992; KETELSEN *et al*, 1993; MATUSZEWSKA & BARYLKO-PIKIELAN, 1995). Alguns autores utilizam ainda parâmetros como intensidade inicial (SWARTZ, 1980; HARRISON & BERNHARDT, 1984), “lag tempo”, ou o tempo entre o início da ingestão e o início da resposta (KETELSEN *et al*, 1993), ou ainda subdividem a área da curva em regiões, como área de estímulo, e área de “aftertaste” (YOSHIDA, 1986; KETELSEN *et al*, 1993). SCHIMITT *et al*, (1984) ainda utilizaram os seguintes parâmetros da curva para análise: período de tempo de aumento da curva, período de tempo de decréscimo da curva e região de máxima intensidade (platô).

Com o avanço da informática, e a possibilidade de se utilizarem microcomputadores, o teste tempo-intensidade foi estimulado, sendo realizado atualmente de forma totalmente computadorizada. (LEE & PANGBORN, 1986; YOSHIDA, 1986; DUIZIER, 1993), o que reduz drasticamente o tempo e o trabalho

gastos no tratamento de dados. Além disso, o próprio teste é realizado diretamente no computador, aonde um provador selecionado e previamente treinado registra os estímulos percebidos em uma escala mostrada no monitor com o auxílio de um mouse. A informação é captada em intervalos regulares de tempo, a ser definido no programa, o qual já faz a análise dos resultados (YOSHIDA, 1986; DUIZIER, 1993).

Recentemente foi desenvolvido o programa SCDTI (Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade) no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP (CARDELLO *et al*, 1996a).

Não existe nenhum registro em literatura da aplicação da análise tempo-intensidade em atributos sensoriais do chocolate, sendo portanto de grande relevância tal estudo, já que o tempo intensidade une o insubstituível instrumento de percepção que é o ser humano com a precisão da informática.

2.4.3 Análise Descritiva Quantitativa

A Análise Descritiva Quantitativa é uma metodologia muito aplicada na caracterização de atributos sensoriais para diferentes alimentos e bebidas, pois proporciona uma completa 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 *et al*, 1974)

Possui inúmeras aplicações, por exemplo, o acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos para verificar possíveis alterações das características sensoriais no decorrer de um determinado período, no desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade de produtos industrializados,

verificação da relação entre testes sensoriais e instrumentais, etc (STONE & SIDEL, 1993).

Os resultados da Análise Descritiva Quantitativa fornecem uma descrição completa das similaridades e diferenças das propriedades sensoriais de um conjunto de produtos, bem como permite identificar quais são os atributos importantes e que dirigem a aceitação do produto pelo consumidor (MUÑOZ *et al.*, 1996).

De acordo com DAMÁSIO & COSTELL (1991), o " Método de Rede" permite uma maior amplitude na escolha dos atributos uma vez que o provador não fica restrito a termos pré-estabelecidos. A solicitação de descritores que qualifiquem as diferenças entre as amostras é uma técnica muito positiva, pois na comparação entre as amostras ficam destacados atributos que quando as amostras são avaliadas isoladamente podem passar despercebidos.

Este método foi desenvolvido por KELLY em 1955 e foi descrito por MOSKOWITZ (1983), consistindo na apresentação das amostras que se deseja avaliar, aos pares, em todas as possibilidades de combinação. Cada provador elabora duas listas, na primeira lista descreve os termos que especificam em que as amostras são iguais e na segunda lista e em que elas se diferem. Essa técnica permite gerar um elevado número de termos descritores de forma dinâmica, possuindo a vantagem de apresentar termos variados que descrevem as diferenças entre as amostras.

3. Objetivos

3.1 Objetivos gerais

Desenvolver formulações de 5 diferentes chocolates dietéticos (sem açúcar e com baixo teor de gordura), e um padrão (tradicional), e realizar análises físico-químicas, análise de aceitação, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade dos mesmos.

3.2 Objetivos específicos

Serão processados 6 tipos de chocolate, cada um utilizando os 5 edulcorantes citados anteriormente (sacarina/ciclamato, acessulfame K, aspartame, estévia e sucralose) e 1 padrão com sacarose. Em cada um deles, serão feitos:

- Teste de aceitação de cada um em função do edulcorante utilizado
- Determinações físico-químicas (viscosidade e granulometria)
- Análise Descritiva Quantitativa
- Teste tempo-intensidade dos atributos mais importantes determinados na ADQ
- Estudo dos parâmetros das curvas tempo-intensidade
- Obter importantes informações sensoriais sobre os novos produtos a serem desenvolvidos no presente projeto

4. Material e métodos

4.1 Material

Os ingredientes testados foram escolhidos de modo que cumprissem as exigências necessárias para a fabricação de um chocolate *diet e light*, ou seja, baixa caloria, anidro, baixa higroscopicidade, termorresistência (para suportar a etapa de conchagem), disponibilidade no mercado nacional e aprovação na legislação vigente no país. Os ingredientes testados foram fornecidos por fabricantes ou representantes nacionais. Os agentes de corpo selecionados para este estudo foram: polidextrose e lactitol. Os demais ingredientes utilizados foram: liquor de cacau, manteiga de cacau, PGPR, lecitina de soja, edulcorantes de alta intensidade (sucralose (Johnson & Johnson), aspartame (Johnson & Johnson), acessulfame-K (Tovani Benzaquen), sacarina (Tovani Benzaquen), ciclamato (Tovani Benzaquen) e estévia (Stéviafarma)), leite desnatado, aroma de leite e aroma de cacau. Os processamentos foram todos realizados na planta piloto do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL, SP, Brasil).

Dois marcas comerciais de chocolate dietético foram também avaliadas no presente estudo: DIATT e PAN, para critérios de comparação. Em função de existir uma ligeira diferença em relação aos chocolates fabricados com os edulcorantes de alto poder edulcorante (totalizando 5 no total: aspartame, sacarina/ciclamato, acessulfame-K/sucralose, estévia e sucralose), que tendiam a ser chocolates meio-amargo, tiveram que ser comparados com chocolates ao leite, devido à inexistência de chocolates meio-amargo dietéticos no mercado nacional. Suas concentrações se encontram na definição de formulação.

4.2 Métodos

4.2.1 Fabricação do chocolate

Utilizou-se o processo padrão de fabricação de chocolate, segundo o fluxograma apresentado na Figura 5:

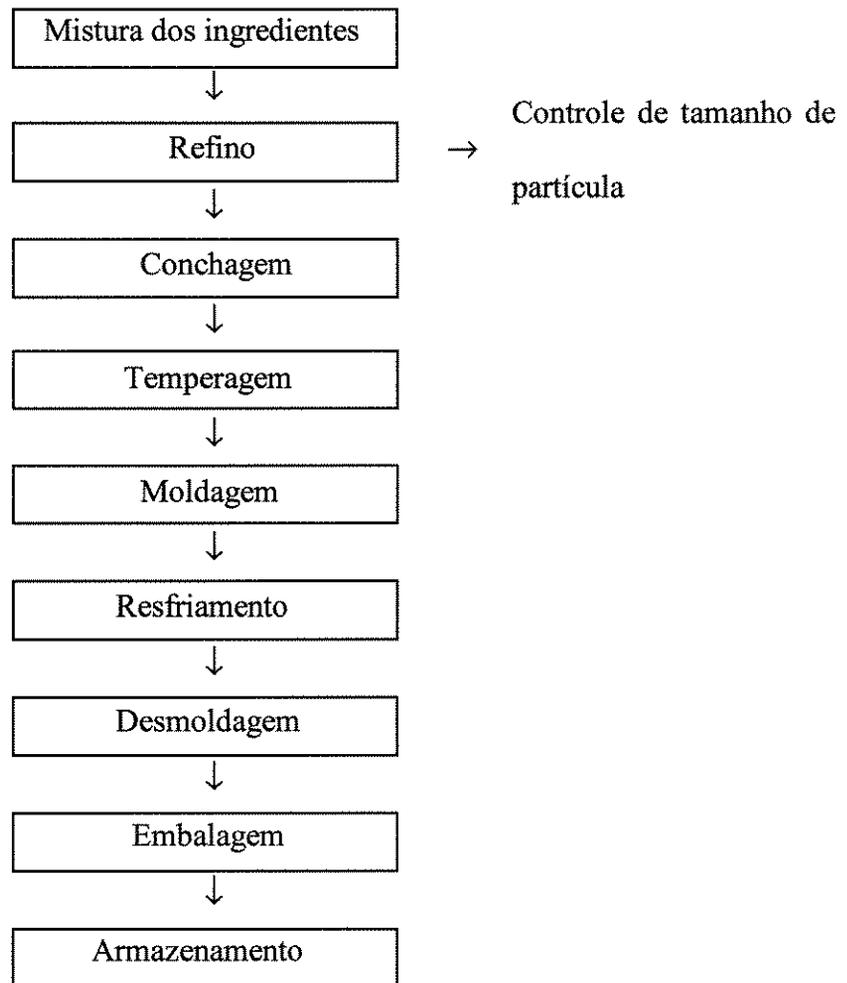


Figura 5: Fluxograma de processo do chocolate

As etapas empregadas no processo de elaboração do chocolate são detalhadas a seguir:

a. Mistura dos ingredientes

Etapa caracterizada pela mistura dos ingredientes secos, adicionados ao liquor de cacau e à 1/3 da manteiga de cacau, em um misturador planetário, até a obtenção de características de plasticidade adequadas para o refino.

b. Refino

Feito em um moinho de três cilindros da marca Draiz, com o objetivo de reduzir o tamanho das partículas da massa para aproximadamente 22 μ m.

O tamanho de partícula foi medido em um micrômetro digital da marca Mitutoyo, por leitura direta. A amostra, recolhida em diferentes partes do último cilindro do refinador, foi diluída na mesma quantidade de óleo mineral. Deve-se realizar dez leituras e a média entre eles foi utilizada.

c. Conchagem

Esta etapa é uma das mais importantes na produção de chocolate. A conchagem foi feita em uma concha longitudinal da marca Friwessa, a temperatura mantida constante a 60°C/12 horas. No início desta etapa, o restante da manteiga de cacau foi adicionado, juntamente com a lecitina de soja e o PGRP, sendo os aromas só adicionados ao final.

d. Temperagem / Moldagem / Resfriamento / Desmoldagem / Embalagem

Após as 12 horas de conchagem, o chocolate foi temperado manualmente, em mesa de mármore, até atingir a temperatura de 28°C, quando então, o chocolate foi moldado. Os moldes foram pré-aquecidos para receber o chocolate temperado. O resfriamento foi feito em um refrigerador doméstico (temperatura de aproximadamente 7°C).

Os chocolates foram então embalados em papel alumínio e guardados em uma BOD, a 25°C com umidade relativa de 45% afim de que fosse mantida constante, evitando assim a formação de problemas como “fat bloom”.

4.2.2 Determinações físico-químicas

4.2.2.1 Granulometria

As determinações de granulometria foram realizadas por um micrômetro digital da marca Mitutoyo logo após o refino dos mesmos.

4.2.3 Análise Sensorial

4.2.3.1 Teste de aceitação

Foram utilizados 40 provadores que possuíam o hábito de consumir chocolate ao menos duas vezes na semana, os quais provaram as 7 amostras de chocolate, preenchendo um questionário que avaliava aspectos afetivos relacionados aos seguintes atributos: aroma, sabor, textura e impressão global, além de ser feito um teste de intenção de compra.

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da FEA/UNICAMP, aonde cada provador recebeu 4 pedaços de chocolate de 7 gramas cada pedaço, sendo as amostras codificadas com algarismos de 3 dígitos casualizados, servidas as amostras de maneira monádica em cabines individuais.

Cada atributo foi avaliado através de uma escala não estruturada de 9 centímetros, ancoradas nos extremos por “desgostei muitíssimo” e “gostei muitíssimo”, como

mostrado na Figura 6. Entre cada amostra, foi solicitado que o provador ingerisse biscoito água e sal e tomasse água para enxágüe bucal.

TESTE DE ACEITAÇÃO DE CHOCOLATE

Nome: _____ Data: ___/___/___

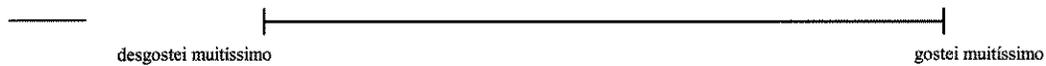
Você está recebendo uma amostra de CHOCOLATE. Por favor, prove a amostra e marque na escala a intensidade do atributo AROMA CARACTERÍSTICO DE CHOCOLATE

AMOSTRA



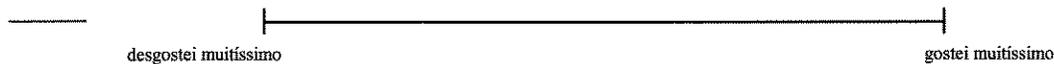
Comentários: _____

Você está recebendo uma amostra de CHOCOLATE. Por favor, prove a amostra e marque na escala a intensidade do atributo SABOR CARACTERÍSTICO DE CHOCOLATE



Comentários: _____

Você está recebendo uma amostra de CHOCOLATE. Por favor, prove a amostra e marque na escala a intensidade do atributo TEXTURA



Comentários: _____

Você está recebendo uma amostra de CHOCOLATE. Por favor, prove a amostra e marque na escala a intensidade do atributo IMPRESSÃO GLOBAL



Comentários: _____

Se você encontrasse essa amostra no supermercado, você:

- _____ Certamente compraria
- _____ Provavelmente compraria
- _____ Talvez comprasse, talvez não comprasse
- _____ Provavelmente não compraria
- _____ Certamente não compraria

Comentários: _____

Figura 6: Ficha do teste de aceitação de chocolate

4.2.3.2 – ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA

4.2.3.2.1-Pré-seleção dos provadores

Para pré-selecionar os provadores foram aplicados testes triangulares para avaliar a diferença entre duas amostras de chocolate sendo que as amostras apresentavam pouca diferença sensorial entre si (0,1% de diferença significativa) entre as amostras, que foi determinada anteriormente por Teste Pareado com 30 provadores.

Os resultados obtidos no Teste Triangular foram analisados por análise seqüencial (MEILGAARD *et al*, 1999), na qual, foram utilizados valores para $\rho=0,45$ (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 utilizado para essa seleção está representado pela Figura 7.

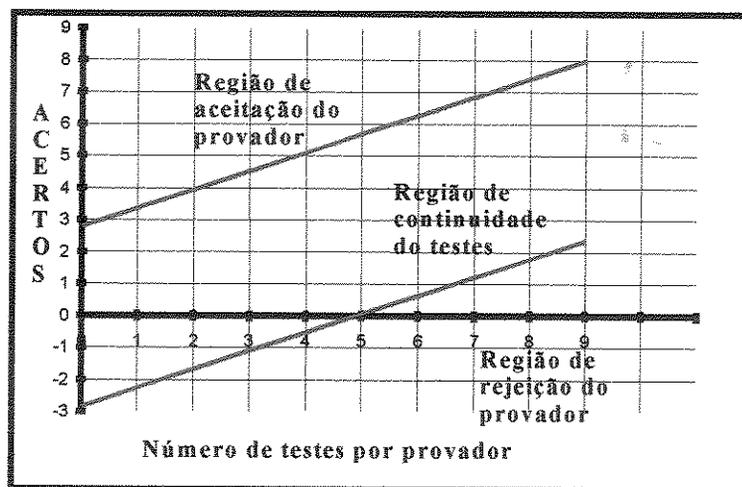


Figura 7: Gráfico para seleção de provadores através de análise seqüencial de Wald

4.2.3.2.2 Levantamento dos atributos sensoriais

Os candidatos pré-selecionados fizeram o levantamento dos termos que melhor descreveram as amostras através do Método de Rede (Kelly's repertory grid method") (MOSKOWITZ, 1983). As amostras foram apresentadas aos pares em todas as combinações e foi pedido aos provadores que descrevessem em quais atributos as amostras eram similares e em quais elas diferiam entre si.

Com os termos descritores gerados foi elaborada a ficha de avaliação com escalas não estruturadas de 9 centímetros ancoradas nos pontos extremos à esquerda pelo termo "fraco", ou "nenhum" e à direita "forte" ou "muito".

4.2.3.2.3 Treinamento dos provadores

Com os atributos sensoriais levantados, ou seja, aqueles que mais caracterizavam a amostra, foram definidas as referências dos termos descritores levantados pelos provadores, assim como os respectivos extremos, divididos em 4 grupos principais: aparência, aroma, sabor e textura, como pode ser observado na tabela 5.

O treinamento foi realizado de 4 a 6 sessões, dependendo de cada provador, afim de que se formasse da maneira mais correta e consensual da memória sensorial.

4.2.3.2.4 Seleção dos provadores

Cada provador recebeu 4 pedaços de chocolate em pratos codificados com algarismos de 3 dígitos, sempre servidos em cabines individuais, com luz branca, de forma monádica casualizada, seguindo o delineamento proposto por WALKELING e

McFIE (1995), utilizando a ficha elaborada com as escalas de intensidade para os termos definidos (STONE & SIDEL, 1993), conforme pode ser visto no modelo da figura 9.

Os candidatos foram selecionados com base no poder de discriminação das amostras, sua repetibilidade e concordância com a equipe (DAMASIO & COSTELL, 1991), verificadas através de análise de variância de dois fatores (amostra e repetição) para cada provador em relação a cada atributo.

Cada provador analisou 7 amostras, com 3 repetições, e aqueles que $pF_{amostra} \leq 0.30$ e $pF_{repetição} \geq 0.05$ foram selecionados.

4.2.3.2.5 Testes sensoriais

Os testes sensoriais com as 7 amostras de chocolate foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição (DEPAN)

4.2.3.3 Análise Tempo - Intensidade

Os atributos analisados no teste tempo intensidade foram doçura e sabor chocolate, sendo esses considerados os mais importantes pelos resultados de ADQ.

Os testes foram realizados em computadores, em uma sala climatizada (22°C), através do programa “Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade – SCDTI” (CARDELLO *et al*, 1996), desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

Foram utilizados 10 provadores para efetuar esta análise, sendo todos com habilidade para o teste, que necessita de uma mínima compreensão de computadores, e

esta equipe possuindo ainda capacidade discriminativa, repetibilidade e consenso com a equipe (DAMÁSIO & COSTELL, 1991), novamente verificado através da análise de variância de dois fatores (amostra e repetição) para cada provador em relação a cada parâmetro da curva tempo-intensidade obtida, sendo selecionados os provadores que apresentaram $pF_{amostra}$ significativo (≤ 0.30) e $pF_{repetição}$ não significativo (≥ 0.05). Após a seleção, os provadores foram treinados no uso do programa afim de que conseguissem perceber os atributos analisados com precisão e confiabilidade.

Os dados analisados e coletados em cada sessão de avaliação sensorial forneceram os seguintes parâmetros: a) intensidade máxima registrada pelo provador; b) tempo em que a intensidade máxima foi registrada; c) tempo de ingestão da amostra d) gráfico da curva tempo x intensidade e, e) área sob a curva tempo x intensidade.

As amostras foram apresentadas aos provadores codificadas com algarismos de três dígitos, de forma monádica, com três repetições, em sala climatizada (22°C) no Laboratório de Análise Sensorial da FEA-UNICAMP, segundo o delineamento proposto por WALKELING e McFIE (1995).

Os dados sobre os parâmetros das curvas obtidas foram então digitados em planilha de um programa específico para análise estatística, que foi o SAS (1993).

4.2.3.4 Análise dos resultados

Foram coletados dados de 40 provadores no teste de aceitação realizado com as 7 amostras de chocolate.

A pré-seleção dos provadores foi realizada através de análise seqüencial (MEILGARRD *et al*, 1999).

A seleção dos provadores para ADQ e Tempo – Intensidade foi realizada da mesma forma, ou seja, através da análise de variância de dois fatores (amostra e repetição) para provador em relação a cada atributo ou parâmetro de curva (para o teste Tempo – Intensidade). Os provadores que não apresentaram valores de $F_{amostra}$ significativo (≤ 0.30) e $F_{repetição}$ não significativo (≥ 0.05) foram selecionados.

Todos os dados obtidos pela ADQ e pelo teste Tempo – Intensidade foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA), Teste de Médias de Tukey e Análise de Componentes Principais (ACP).

Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando o SAS (1993).

5. Resultados e discussão

5.1 Calorias totais

O objetivo do presente trabalho era criar um chocolate que fosse diet em açúcares e light em calorias, ou seja, sem o acréscimo de sacarose e com uma redução calórica necessária de 25% em relação a um chocolate tradicional. Para critérios de comparação, foram utilizadas algumas marcas comerciais. Os valores calóricos das marcas foram obtidos através de suas próprias embalagens, e feito a média entre eles. Assim, obteve-se:

- Chocolate meio-amargo GAROTO: 550Kcal/100g
- Chocolate meio-amargo NESTLÉ: 560Kcal/100g

Assim, o presente chocolate desenvolvido deveria apresentar um valor máximo de 416,25Kcal/100g, correspondendo a uma redução mínima de 25% em relação à média calórica dos chocolates comerciais.

Para saber exatamente o valor calórico do chocolate desenvolvido, cada ingrediente foi analisado individualmente. Assim, na Tabela 5, encontram-se os valores calóricos dos ingredientes utilizados no desenvolvimento da formulação:

Tabela 5: Valores calóricos* dos ingredientes utilizados

Ingrediente	Valor Calórico (Kcal/100g)
Manteiga de cacau Cargill	900
Liquor de cacau Cargill	567,2
Leite desnatado – La Sereníssima	357
Lecitina Chocolec / Bunge	875
PGPR 90 / Danisco	850
Polidextrose	100
Lactitol	240
Acessulfame – K	não significativo
Sucralose	não significativo
Aspartame	4
Sacarina	não significativo
Ciclamato	não significativo
Estévia	não significativo
Aroma milk	não significativo
Aroma Cocoa	não significativo

* os valores nutricionais dos ingredientes foram conseguidos mediante embalagens ou com seus fornecedores;

A formulação básica utilizada no chocolate foi a mesma para todas as amostras obtidas, havendo apenas a troca de edulcorante e de teor do mesmo, devido a cada edulcorante individual apresentar um poder de doçura diferente. Assim, a formulação básica utilizada se encontra na Tabela 6:

Tabela 6: Formulação básica utilizada para obtenção das amostras de chocolate

Ingrediente	%
Manteiga de cacau Cargill	14
Liquor de cacau Cargill	33
Polidextrose	30,1
Lactitol	19,1
Leite desnatado La Sereníssima	5
Lecitina Chocolec / Bunge	0,5
PGPR 90 / Danisco	0,3

Como os aromas não possuem calorias consideráveis, e dos edulcorantes apresentados apenas o aspartame possui o valor de 4Kcal/100g, mas utilizado em quantidade desprezível do ponto de vista calórico, a contribuição dos mesmos no valor calórico da base é praticamente desprezível. Relacionando as porcentagens de cada ingrediente utilizado na fórmula com seus respectivos valores calóricos, obteve-se na formulação base o valor de **413,775Kcal/100g**, inferior ao valor de **416,25Kcal/100g** limite, podendo assim ser considerado um chocolate light em calorias.

Os edulcorantes foram utilizados nas seguintes proporções: sacarina/ciclamato – 1:2 – 0,046%:0,92%; acessulfame/sucralose – 1:4 – 0,55%:0,042%; sucralose – 0,07%; aspartame - 0,21%; estévia – 0,21%. Essas porcentagens foram obtidas através de suas doçuras equivalentes, e utilização em formulações industriais.

5.2 Tamanho de partículas

Ao fim de cada refino, foi medido o tamanho de partículas das massas obtidas, afim de que as mesmas estivessem homogêneas e com tamanho pequeno, aproximadamente 25 μ m para não serem sentidas como areosidade no chocolate ao fim. Assim, os resultados seguem na Tabela 7:

Tabela 7: Resultado da média de micronagem das massas dos chocolates

Formulação	Tamanho de partícula (μ m)
Sucralose	21,1 \pm 0,2
Sucralose + Acessulfame	20,8 \pm 0,2
Sacarina + Ciclamato	22,2 \pm 0,2
Aspartame	21,4 \pm 0,2
Estévia	21,5 \pm 0,2

Foram tiradas 10 medidas de cada uma das massas obtidas. Com esse tamanho de partículas, as propriedades sensoriais de textura e areosidade não são muito afetadas, pois as partículas ficaram homogêneas e pequenas, além de melhorar a plasticidade do produto final, antes da conchagem.

Ao fim do processo, para checar a redução obtida pelo processo de conchagem, foi medida novamente o valor do tamanho de partículas dos chocolates, e dessa vez acrescentado os chocolates comerciais (DIATT e PAN). Os valores se encontram abaixo, na tabela 8:

Tabela 8: valores de médias das partícula após a conchagem e marcas comerciais

Formulação	Tamanho de partícula (μm)
Sucralose	$16,9 \pm 0,1$
Sucralose + Acessulfame	$16,6 \pm 0,1$
Sacarina + Ciclamato	$16,8 \pm 0,1$
Aspartame	$17,0 \pm 0,1$
Estévia	$17,1 \pm 0,1$
DIATT	$14,6 \pm 0,1$
PAN	$21,6 \pm 0,1$

Como pode ser visto, a amostra Diatt sofreu uma maior redução do tamanho de partículas no seu processo industrial, enquanto que o chocolate Pan não teve suas partículas tão reduzidas. O chocolate desenvolvido conseguiu ter uma boa redução média no tamanho de partículas, se aproximando do chocolate Diatt.

5.3 *Análise sensorial*

5.3.1 *Teste de aceitação*

Foram utilizados 40 provadores para realizar o teste de aceitação, todos estudantes e funcionários da UNICAMP. Os resultados se apresentam na Tabela 9, sendo a ordem das amostras: 1 – estévia; 2 – aspartame; 3 – acessulfame/sucralose; 4 – sucralose; 5 – sacarina/ciclamato; 6 – Diatt (comercial 1); 7 – Pan (comercial 2).

Tabela 9: Médias* de aceitação para as amostras de chocolate

Amostra	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global
1	5,99 ^a	4,73 ^{bc}	6,41 ^a	5,39 ^{bc}
2	6,06 ^a	5,86 ^{ab}	6,25 ^a	6,24 ^{ab}
3	5,96 ^a	6,35 ^a	6,23 ^a	6,62 ^a
4	6,02 ^a	4,51 ^{cd}	6,34 ^a	5,06 ^c
5	5,93 ^a	5,03 ^{bc}	6,08 ^a	5,25 ^c
6	6,02 ^a	5,61 ^{bc}	5,99 ^a	5,91 ^{bc}
7	5,63 ^a	4,18 ^d	5,28 ^b	4,66 ^c

*letras iguais na mesma coluna significam não haver diferença significativa no teste de médias de tukey ao nível de significância de 5% ($p = 0,05$);

Em relação ao aroma, não ocorreu nenhuma diferença significativa entre as amostras analisadas ao nível de significância de 5%;

Em relação ao sabor, a amostra 3 (acesulfame/sucralose) apresentou a maior média, mas sem apresentar diferença significativa em relação à amostra 2 (aspartame). A amostra 2 (aspartame), por sua vez, não apresentou diferença significativa para as amostras 1 (estévia), 5 (sacarina/ciclamato) e 6 (DIATT). As amostras 1 (estévia), 5 (sacarina/ciclamato) e 6 (DIATT) não apresentaram diferença significativa em relação à amostra 4 (sucralose), que não apresentou diferença significativa para a amostra 7 (PAN);

Para a textura, com exceção da amostra 7 (PAN), as demais amostras não apresentaram diferença significativa entre si;

E em relação a impressão global, as amostras 3 (sucralose/acessulfame) e 2 (aspartame) não apresentaram diferença significativa entre si. As amostras 2 (aspartame), 1 (estévia) e 6 (DIATT) não apresentaram diferença significativa. As amostras 1 (estévia), 4 (sucralose), 5 (sacarina/ciclamato), 6 (DIATT) e 7 (PAN) não apresentaram diferença entre si;

Pelos resultados, percebe-se que a amostra 3 (sucralose/acessulfame) foi a que obteve as maiores médias em geral, podendo ser, por sua vez, a amostra mais aceita, seguida pela amostra 2 (aspartame). Por sua vez, a amostra 7 (PAN) foi a mais rejeitada pelos provadores, tendo em todos os atributos as piores médias.

5.3.2 Análise Descritiva Quantitativa

5.3.2.1 Pré-seleção dos provadores

Foram pré-selecionados todos os 40 provadores que participaram do teste de aceitação. Destes, através dos resultados de questionários, 27 foram pré-selecionados de acordo com sua pré-disponibilidade de tempo para participar da equipe de ADQ, além de ser consumidor usual de chocolate e não estar participando de nenhuma outra equipe de análise de chocolate.

Assim, foram apresentados os testes triangulares com as amostras aspartame e acessulfame/sucralose, definidas anteriormente através de teste pareado com 30 provadores, sendo utilizada a amostra que apresentou uma pequena diferença significativa em relação ao atributo doçura. Assim, pela análise de qui-quadrado, as amostras acessulfame/sucralose e aspartame apresentaram 19 acertos nos 30 provadores

utilizados, satisfazendo a condição de diferença significativa de 0,01%, como descrito na metodologia (MEILGAARD *et al*, 1999).

Dos 27 provadores, foram selecionados 15 para participar da análise descritiva, seguindo a análise seqüencial, já anteriormente descrita.

5.3.2.2 Definição dos termos descritores

Após a avaliação das sete amostras pelo Método de Rede ou “Repertory Grid Kelly’s Method” foram gerados os seguintes termos, divididos em aparência, aroma, sabor e textura, apresentados abaixo:

- Aparência: brilho, cor e pontos brancos;
- Aroma: chocolate, doce, cacau, leite em pó;
- Sabor: chocolate meio amargo, doce, chocolate ao leite, residual amargo, residual doce, margarina, leite em pó, queimado;
- Textura: dureza, adesividade, derretimento na boca, arenosidade;

Todas as definições dos termos listados acima, assim como cada referência dos mesmos, se encontram na Tabela 10, assim como a ficha descritiva consensualmente definida se encontra na Figura 8.

5.3.2.3 Treinamento dos provadores e resultados

Durante o treinamento, os provadores participaram de 4 sessões, aonde tiveram contato com as referências e amostras a fim de se criar uma memória sensorial dos pontos extremos das escalas, para cada termo descritor.

Após as sessões de treinamento, dos 15 provadores pré-selecionados que fizeram parte da equipe sensorial, 12 foram selecionados com base no poder de discriminação e da repetibilidade para compor a equipe sensorial descritiva.

Os resultados da seleção final dos provadores através do seu poder de discriminação e da repetibilidade estão expressos na Tabela 11. Para cada provador, foram calculados os valores de Famostra e Frepetição, em relação a cada atributo. Para serem selecionados, os provadores deveriam ter os valores de Famostra significativo ($p \leq 0,30$) e valores de Frepetição não significativo ($p \geq 0,05$). De acordo com este critério todos os provadores da Tabela 10 foram selecionados.

Assim, a concordância entre os provadores e a equipe foi verificada, comparando as médias individuais com a média da equipe sensorial. Alguns provadores tiveram que ter um novo treinamento com objetivo de corrigir pequenas discordâncias.

Tabela 10: Definições e referências para os termos descritores das amostras de chocolate

Atributo	Termo descritor	Referência
Brilho (BRL)	Capacidade da amostra de refletir a luz	pouco – biscoito Maisena marca LU; muito – 50g de açúcar marca União queimado por 4 minutos em fogo baixo;
Cor	Cor marrom-avermelhada característica de chocolate meio amargo	pouco – achocolatado Estevia preparado com 1 colher do mesmo diluído em 150ml leite; muito - 50g de açúcar marca União queimado por 4 minutos em fogo baixo;
Pontos brancos (PTB)	Presença de pontos brancos superficiais nas amostras	nenhum – 50ml achocolatado Toddy; muito – 50ml achocolatado

			Toddy com 5g de leite em pó Ninho;
<i>Aroma</i>			
Atributo	Termo descrito		Referência
Chocolate (CHO)	Aroma característico de chocolate meio amargo	de	pouco – 5g de Chocolate do Padre diluído em 100ml de leite; muito – 20g de Chocolate do Padre marca Nestlé;
Doce (DOC)	Aroma característico de substâncias doces	de	baixo – 70g de açúcar marca União diluído em 30ml de água; alto – chocolate Sufflair da marca Nestlé;
Cacau (CAC)	Aroma característico de cacau torrado	de	baixo – 2g de pó de cacau diluído em 100ml de leite; alto – 10g de pó de cacau;
Leite em pó (LEP)	Aroma característico de leite em pó	de	nenhum – água; muito – 20g de leite em pó marca Ninho;
<i>Sabor</i>			
Atributo	Termo descrito		Referência
Chocolate meio amargo (CMA)	Sabor característico de chocolate meio amargo	de	nenhum – 20ml de achocolatado Toddy; muito – 10g de chocolate meio amargo obtido com estevia;
Doce (DCE)	Sabor característico de solução de sacarose	de	Baixo – solução de sacarose a 2%; Alto – solução de sacarose a 7%;
Chocolate ao leite (CAL)	Sabor característico de chocolate ao leite	de	nenhum – 10g de chocolate ao leite marca Pan; muito – 10g de chocolate ao leite marca Nestlé;
Residual amargo (RSA)	Permanência do gosto amargo na cavidade oral		nenhum – água; muito – achocolatado estevia preparado na forma de 4 colheres de chá para cada 200ml de leite desnatado;
Residual doce (RDC)	Permanência do gosto doce na cavidade oral		nenhum – água; muito – 0,1g de sacarina pura em 200ml de leite

			desnatado;
Margarina (MRG)	Sabor característico de margarina		nenhum – nenhum; muito – 1 colher de café de margarina marca Doriana;
Leite em pó (LMP)	Sabor característico de leite em pó		nenhum – nenhum; muito – 1 colher de café de leite em pó marca Ninho;
Queimado (QUE)	Sabor característico de chocolate meio amargo queimado		nenhum – nenhum; muito – 10g de chocolate amargo marca Lacta queimado em microondas por 2min45s;
Testes			
Amostras		Referência	
	Termo descrito		
Dureza (DUR)	Corte feito com os dentes incisivos		Baixo – biscoito maisena marca LU; Alto – chocolate amargo marca Lacta;
Adesividade (ADE)	Capacidade da amostra de grudar no céu da cavidade oral		Baixo – nenhum; Alto – biscoito Sequilho;
Derretimento na boca (DER)	Capacidade da amostra em derreter sendo pressionada com a parte superior da cavidade oral		Baixo – biscoito maisena marca LU; Alto – chocolate SUFLAIR;
Arenosidade (ARE)	Presença de partículas a serem sentidas na cavidade oral		nenhum – água; muito – 10g de chocolate amargo marca Lacta queimado em microondas por 2min45s;

Ficha de ADQ – equipe chocolate

Nome: _____ Data: _____

Amostra: _____

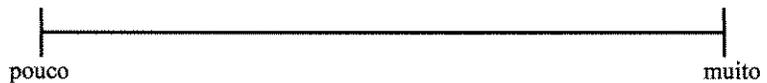
Por favor, observe, aspire e prove a amostra de chocolate recebida, e avalie a intensidade de cada atributo de acordo com as escalas abaixo:

Aparência

Brilho



Cor

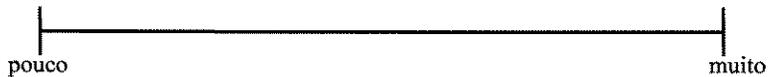


Pontos Brancos



Aroma

Chocolate



Doce



Cacau



Leite em pó



Sabor

Choc. meio amargo



Doce



Choc. ao leite



Residual amargo



Residual doce



Margarina



Leite em pó



Queimado



Textura

Dureza



Adesividade



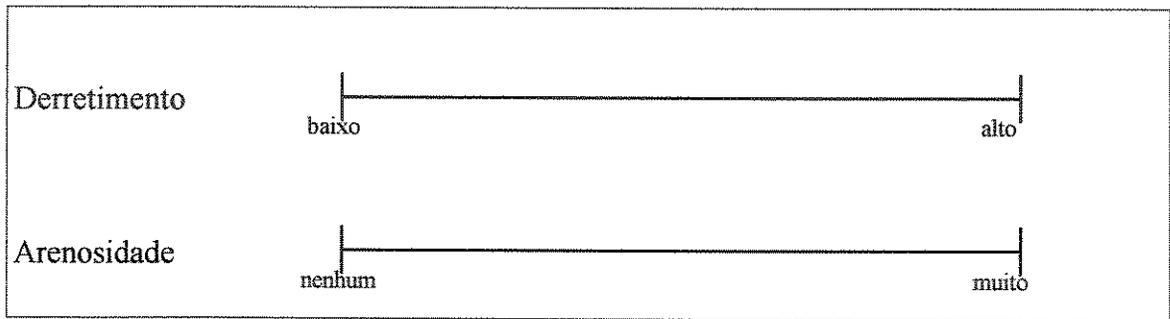


Figura 8: Ficha sensorial aplicada aos provadores

Tabela 11: Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras (PFamostra) e da repetibilidade (PFrepetição):

Atributo		Provadores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Brilho	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0014	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.7874	0.9511	0.3255	0.4081	0.4744	0.5883	0.1047	0.9846	0.7057	0.3632	0.3956	0.7598
Cor	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.3196	0.4441	0.9229	0.0800	0.0546	0.9753	0.0900	0.6108	0.1901	0.2263	0.9731	0.3841
Pts Brancos	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.4341	0.3740	0.6277	0.8329	0.6214	0.8998	0.7903	0.1333	0.5683	0.7357	0.1773	0.4647
Chocolate	Pam	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0544	0.0056	0.0001	0.0017
	Prep	0.2721	0.2163	0.1264	0.5245	0.7143	0.1961	0.3634	0.8312	0.6296	0.2802	0.2267	0.2987
Doce	Pam	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0015	0.0001	0.0011	0.0253	0.0001	0.0002	0.0001
	Prep	0.2462	0.2613	0.3426	0.9083	0.9794	0.7302	0.1221	0.1972	0.9348	0.6691	0.0575	0.2519
Cacau	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.4990	0.1799	0.2269	0.1211	0.5387	0.4807	0.8749	0.2735	0.5729	0.2540	0.4520	0.1635
Leite em pó	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.7067	0.3705	0.4275	0.3116	0.1590	0.3966	0.1339	0.3966	0.2988	0.1890	0.1402	0.4991
Choc. meio am.	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.4507	0.3529	0.4679	0.9833	0.5901	0.7780	0.3596	0.7666	0.4510	0.4345	0.2000	0.6967
Doce	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0022
	Prep	0.7868	0.9754	0.7267	0.6314	0.5416	0.0742	0.7202	0.0507	0.7968	0.2660	0.7388	0.1795
Choc. leite	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.5018	0.3676	0.1706	0.2594	0.4435	0.4217	0.7995	0.4518	0.2306	0.1375	0.8524	0.2560
Res. Am.	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0269	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.5651	0.2573	0.3000	0.7390	0.3771	0.3810	0.2282	0.6757	0.3966	0.2005	0.9102	0.9758
Res. doce	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.5353	0.9687	0.2363	0.7175	0.9547	0.2742	0.8138	0.7252	0.2660	0.2896	0.5262	0.7709
Margarina	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.2524	0.5843	0.6410	0.4322	0.1579	0.1923	0.7659	0.0711	0.4142	0.2000	0.2714	0.7265
Leite em pó	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.7838	0.3477	0.5077	0.1410	0.2234	0.3621	0.8673	0.3966	0.2927	0.9476	0.6922	0.1881
Queimado	Pam	0.1979	0.0018	0.1758	0.2415	0.0038	0.0292	0.0001	0.0262	0.0007	0.1096	0.0468	0.0026
	Prep	0.1601	0.6967	0.8188	0.6091	0.2077	0.1199	0.0001	0.5029	0.3752	0.6085	0.3966	0.6510
Dureza	Pam	0.0446	0.0028	0.0407	0.0027	0.2494	0.0291	0.0008	0.0097	0.0253	0.0150	0.1181	0.0001
	Prep	0.3942	0.5699	0.2849	0.1444	0.8478	0.3730	0.6218	0.7749	0.5880	0.6091	0.0890	0.1071
Adesividade	Pam	0.1815	0.0192	0.0001	0.0804	0.0024	0.0458	0.0214	0.0009	0.0001	0.0001	0.0001	0.0144
	Prep	0.4604	0.3823	0.0566	0.5505	0.3649	0.9624	0.7096	0.1844	0.3658	0.4883	0.9300	0.4953
Derretimento	Pam	0.0089	0.0001	0.0144	0.0069	0.0024	0.0001	0.2311	0.0342	0.0013	0.0002	0.1079	0.2962
	Prep	0.3890	0.0548	0.0719	0.1202	0.4980	0.4178	0.2371	0.8797	0.8575	0.8632	0.3404	0.7098
Arenosidade	Pam	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Prep	0.2315	0.1610	0.6469	0.2417	0.6289	0.8644	0.3197	0.7801	0.6730	0.4593	0.0005	0.5939

Na presente tabela, as cores simbolizam os grupos *aparência* (amarelo), *aroma*

(verde), *sabor* (rosa) e *textura* (roxo). Foram selecionados os provadores com Pam \leq

0.30 e Prep \geq 0.05.

A Tabela 12 apresenta os resultados dos atributos sensoriais da forma definida pela equipe sensorial.

Tabela 12: Médias da equipe sensorial para as amostras de chocolate

Atributos	Amostras						
Aparência	1	2	3	4	5	6	7
Brilho	4.86 ^c	5.15 ^c	6.19 ^{ab}	2.26 ^d	6.51 ^a	1.56 ^c	5.76 ^b
Cor	7.46 ^{bc}	6.17 ^d	7.29 ^c	1.99 ^e	7.77 ^{ab}	1.22 ^f	8.12 ^a
Pts Brancos	0.80 ^c	0.73 ^c	0.54 ^c	2.53 ^b	0.51 ^c	5.33 ^a	0.53 ^c
Aroma							
Chocolate	6.76 ^a	5.57 ^b	5.45 ^b	2.30 ^e	5.52 ^b	2.13 ^c	5.35 ^b
Doce	6.10 ^b	4.73 ^c	4.73 ^c	6.97 ^a	4.89 ^c	6.22 ^b	3.79 ^d
Cacau	6.08 ^d	4.85 ^c	5.43 ^b	1.11 ^d	6.29 ^a	0.86 ^d	6.10 ^a
Leite em pó	0.23 ^c	0.13 ^c	0.19 ^c	5.99 ^b	0.22 ^c	7.03 ^a	0.23 ^c
Sabor							
Choc. Meio Amargo	8.02 ^a	5.51 ^e	6.56 ^c	0.52 ^f	5.98 ^d	0.58 ^f	7.01 ^b
Doce	2.56 ^c	5.48 ^c	4.53 ^d	6.13 ^a	6.65 ^a	5.88 ^{bc}	7.03 ^a
Choc. Leite	0.15 ^c	0.74 ^c	0.45 ^c	4.58 ^e	0.89 ^{cd}	3.58 ^b	0.54 ^d
Residual Amargo	0.95 ^c	1.06 ^c	0.83 ^c	5.78 ^a	0.74 ^{cd}	3.10 ^b	0.50 ^d
Residual Doce	6.21 ^a	1.56 ^c	2.16 ^b	0.43 ^d	1.54 ^c	0.26 ^d	1.89 ^{bc}
Margarina	1.17 ^f	5.07 ^c	1.62 ^c	2.26 ^d	6.13 ^b	1.62 ^c	7.11 ^a
Leite em pó	0.28 ^c	0.34 ^c	0.17 ^c	4.36 ^b	0.19 ^c	4.93 ^a	0.14 ^c
Queimado	0.20 ^c	0.33 ^c	0.16 ^c	5.43 ^b	0.17 ^c	7.83 ^a	0.16 ^c
Textura							
Dureza	5.34 ^{bc}	5.69 ^b	5.03 ^c	6.41 ^a	6.48 ^a	6.47 ^a	5.59 ^b
Adesividade	4.72 ^{bc}	4.75 ^{bc}	4.15 ^d	5.10 ^b	4.48 ^{cd}	6.27 ^a	4.40 ^{cd}
Derretimento	5.22 ^d	5.55 ^a	5.28 ^a	4.26 ^b	5.58 ^a	4.27 ^b	5.51 ^a
Arenosidade	1.28 ^b	1.27 ^b	5.20 ^a	0.29 ^{cd}	0.47 ^{cd}	0.12 ^d	0.53 ^c

As amostras são: 1 – estévia; 2 – acessulfame / sucralose; 3 – sucralose; 4 – DIATT (amostra comercial 1); 5 – aspartame; 6 – PAN (amostra comercial 2); 7 – sacarina /

ciclamato. Novamente, as amostras laboratoriais foram obtidas a partir da mesma base, sendo apenas modificado o edulcorante de alto impacto utilizado.

Para uma melhor compreensão, as conclusões serão divididas em relação aos grupos de atributos. Cada provador recebia 5 pedaços de chocolate, e era indicado a primeiro olhar, a fim de avaliar aparência, depois avaliar os atributos de textura, seguido pelo aroma, sentido pela retronasal e pelo sabor.

a. Aparência:

Em relação ao brilho, as amostras obtidas em laboratório possuem mais do que as amostras comerciais, sendo no entanto a comparação um pouco falha devido a diferenças de processo das amostras laboratoriais (1, 2, 3, 5 e 7) em relação às comerciais (4 e 6). A amostra com maior brilho foi à amostra 5 (aspartame), sem apresentar diferença para a amostra 3 (sucralose). As amostras 4 (comercial 1) e 6 (comercial 2) foram por sua vez aquelas que apresentaram menor brilho, devido serem chocolate ao leite (mais claros), e por serem industriais, terem um baixo tempo de conchagem, que cria a aparência plástica e brilhosa no produto.

Para a cor, novamente encontra-se uma diferença similar a anterior, aonde as amostras comerciais (4 e 6) possuem cor mais clara do que as demais.

Em relação aos pontos brancos, as amostras comerciais apresentavam imperfeições grandes, caracterizadas por esses pontos brancos na superfície do produto, causados por problemas de têmpera do chocolate, aonde acontecia à desestruturação da rede cristalina formada pela gordura associada aos agente de corpo, causando fat bloom.

Um observação pode ser feita globalmente aos atributos de aparência, o qual alterações sensorialmente percebidas entre as amostras obtidas no laboratório, mesmo

sendo todas da mesma base, podem ter sido causadas por diferenças no processo de conchagem, pois o tempo médio de permanência das mesmas conchando foi de 13 horas, sendo que a amostra aspartame (5) ficou um pouco mais de tempo, pois o mesmo teve que ser acrescido ao fim do processo, por sofrer desnaturação térmica.

b. Aroma

O aroma característico de chocolate se apresenta mais intenso nas amostras obtidas em laboratório, pelos mesmo serem chocolate meio amargo. A amostra 1 (estévia) apresentou uma maior característica de aroma de chocolate devido a um menor gosto doce nos atributos de sabor, realçando o aroma característico de chocolate.

No aroma doce, novamente as amostras comerciais apresentaram os maiores valores, sendo que a amostra comercial comercial 2 (6) não apresentou diferença significativa para a amostra feita com estévia (1).

O cacau segue muito próximo ao aroma de chocolate, sendo as amostras estévia, aspartame e sacarina / ciclamato aquelas que apresentaram os maiores valores para o aroma cacau, e as amostras comerciais aquelas que apresentaram os menores valores;

O aroma de leite em pó, as amostras comerciais (comercial 1 e comercial 2) apresentaram maior aroma característico, já que as mesmas são chocolate ao leite, enquanto que as amostras obtidas em laboratório não apresentaram esse aroma, por serem chocolate meio amargo;

c. Sabor

O sabor de chocolate meio amargo teve nas amostras comerciais uma grande perda, por serem chocolate ao leite. A amostra 1 (estévia) se sobressai mais do que as demais;

O gosto doce apresentou bons resultados, pois apesar da amostra 1 (estévia) ter apresentando um aroma doce e sabor residual doce elevados (atributo a ser avaliado abaixo), não apresentou um gosto de impacto doce alto, comprovando que a estévia tem a característica de permanecer por mais tempo na cavidade oral, sem causar o impacto doce alto. A amostra 7 (sacarina / ciclamato) possui o maior valor de doçura.

No chocolate ao leite, pelo resultados, percebe-se que as amostras comerciais são aquelas que apresentam os maiores resultados, sendo que a amostra comercial 1 apresenta o maior valor, seguida pela amostra comercial 2.

As amostras comerciais apresentaram um residual amargo maior do que as obtidas em laboratório, muito devido ao blend de edulcorantes utilizado (comercial 1 – acessulfame e sacarina / ciclamato; comercial 2 – aspartame e sacarina / ciclamato).

No residual doce, como comentado no gosto doce, a amostra de estévia sobressai em relação às demais;

A Margarina é um sabor mais associado à gordura do produto, que para os provadores lembrava margarina. Esse sabor foi encontrado mais forte nas amostras 2 (acessulfame / sucralose), 5 (aspartame) e 7 (sacarina / ciclamato);

Como anteriormente, o sabor de leite em pó é atributo levantado por causa das amostras comerciais serem ao leite, sendo as amostras com maiores valores, sendo que a amostra 6 (comercial 2) sobressai;

O sabor queimado é um sabor associado a erros de processo, quando o chocolate acaba queimando por problemas na conchagem ou na temperagem. As amostras

comerciais comercial 1 e comercial 2 apresentaram esse atributo indesejado muito sobressaltado, enquanto que as amostras laboratoriais não apresentaram, devido provavelmente a reações do leite no processamento, junto com a substituição do açúcar por lactitol e litesse.

d. Textura

Para a dureza, em geral, as amostras comerciais apresentaram maior valor relativamente às amostras obtidas em laboratório. A dureza foi medida pelo corte feito através dos incisivos frontais, provocando o conhecido “snap” em chocolate.

As amostras comerciais apresentaram maior adesividade relativa, sendo esse atributo característico de chocolate dietético por causa dos agentes de corpo.

No derretimento, as amostras laboratoriais obtiveram melhores resultados de derretimento na cavidade oral, ou seja, menos seroso (menor aspecto de vela), sendo por isso mais agradável,

Já para a arenosidade, em geral, as amostras apresentaram baixas notas de arenosidade, ou também conhecida com presença de grânulos. A amostra 3 (sucralose) obteve uma média mais alta pois foi feita em um dia de muita chuva, com o ambiente extremamente úmido, que causou uma maior absorção de água pela polidextrose, dificultando o refino da mesma;

Todas as observações podem ser visualizadas no gráfico aranha apresentado nas figuras 9, 9a, 9b, 9c, 9d e 9e, e para facilitar a compreensão do mesmo a comparação de cada amostra laboratorial (estévia, acessulfame/sucralose, sucralose, aspartame e sacarina/sucralose) com as amostras comerciais (comercial 1 e comercial 2).

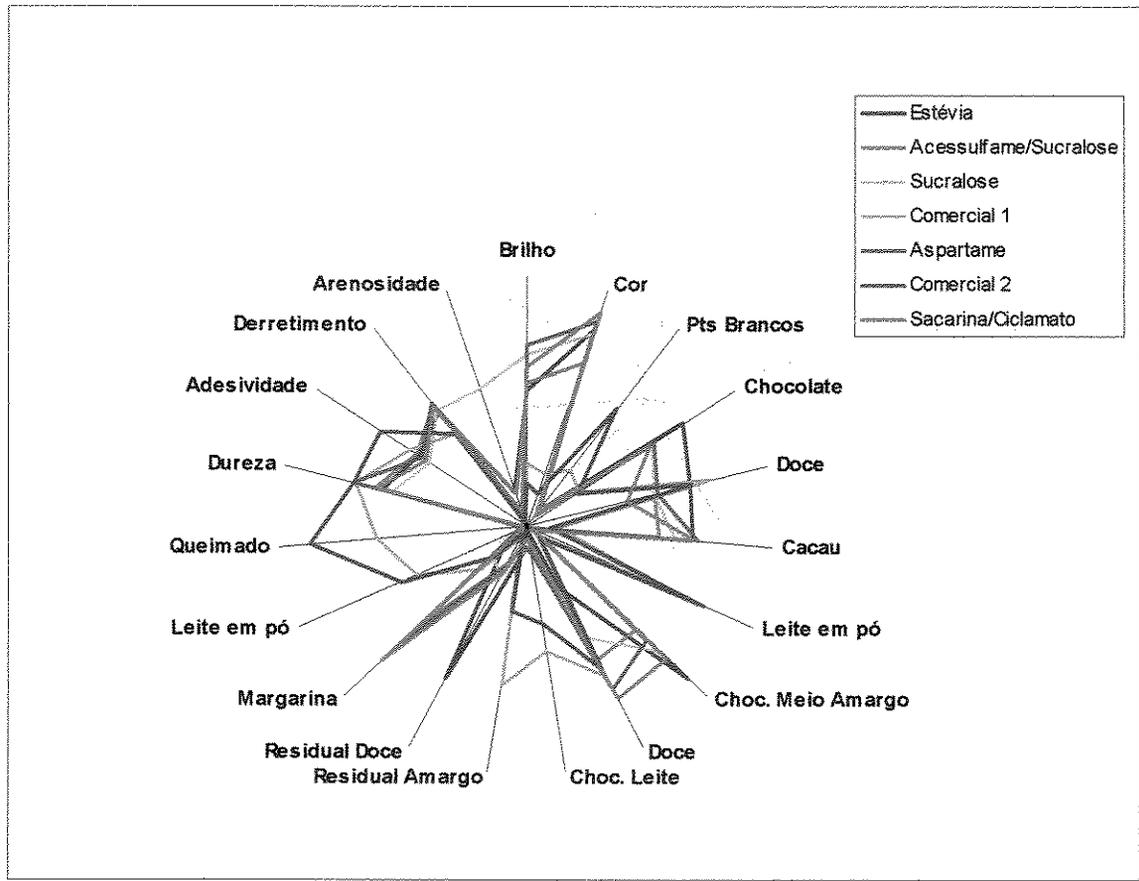


Figura 9: Gráfico Aranha geral das amostras de chocolate

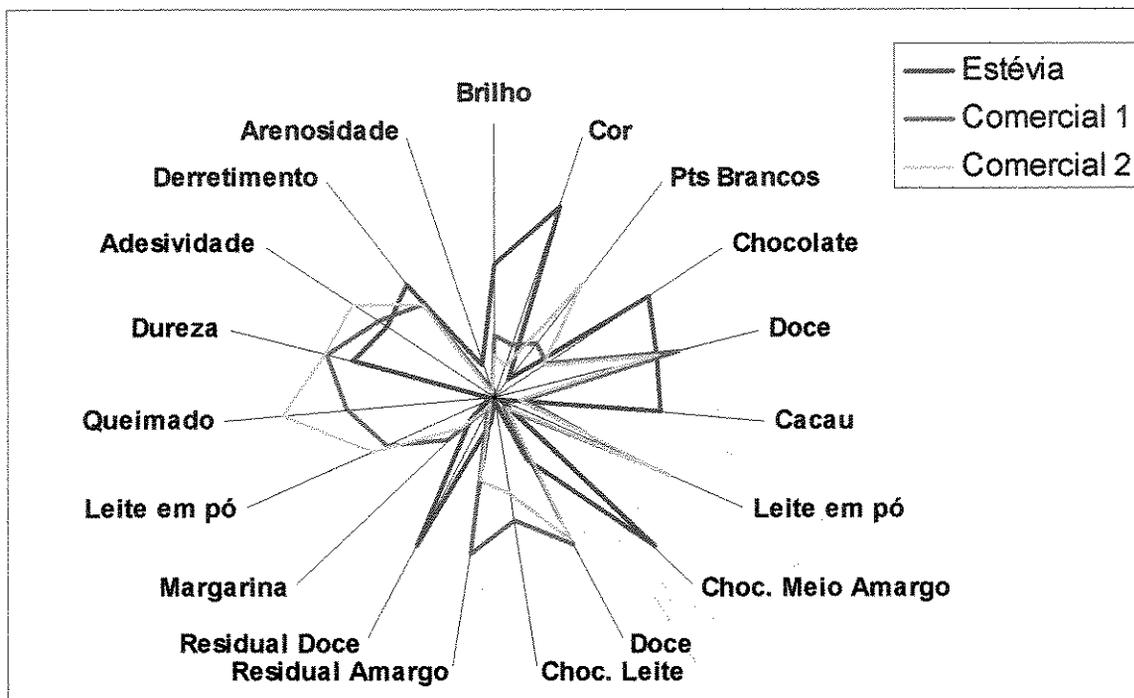


Figura 9a: Comparação das amostras comerciais com chocolate adoçado com estévia

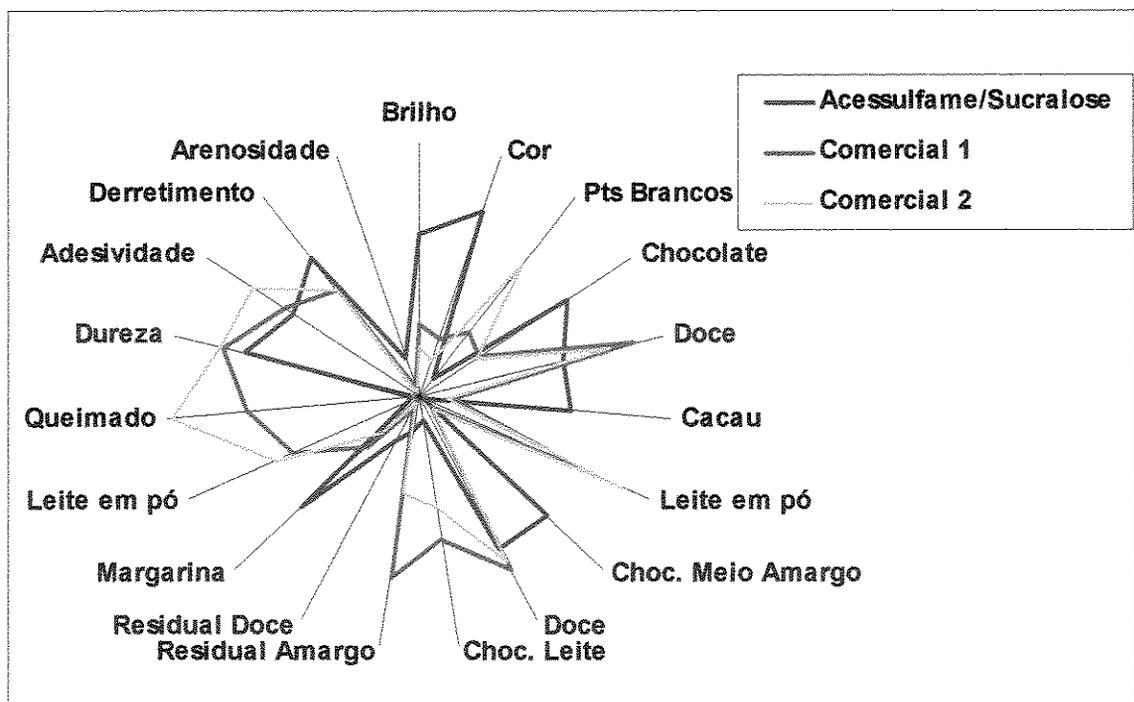


Figura 9b: Comparação das amostras comerciais com chocolate adoçado com acessulfame/sucralose

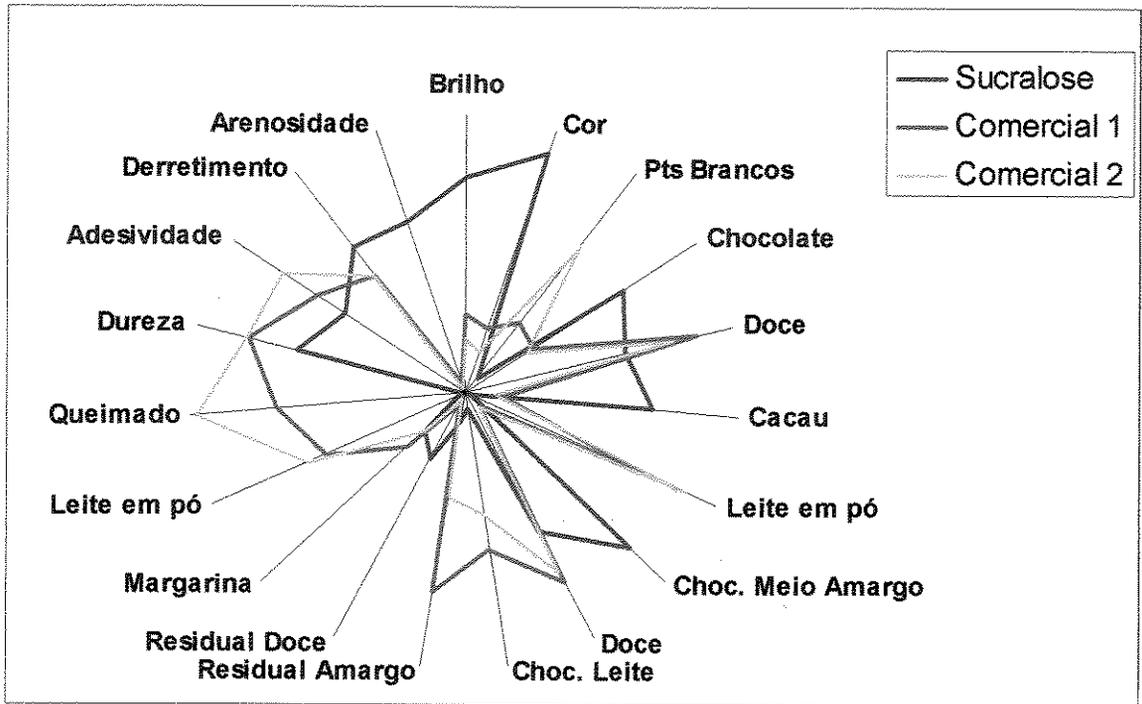


Figura 9c: Comparação das amostras comerciais com chocolate adoçado com sucralose

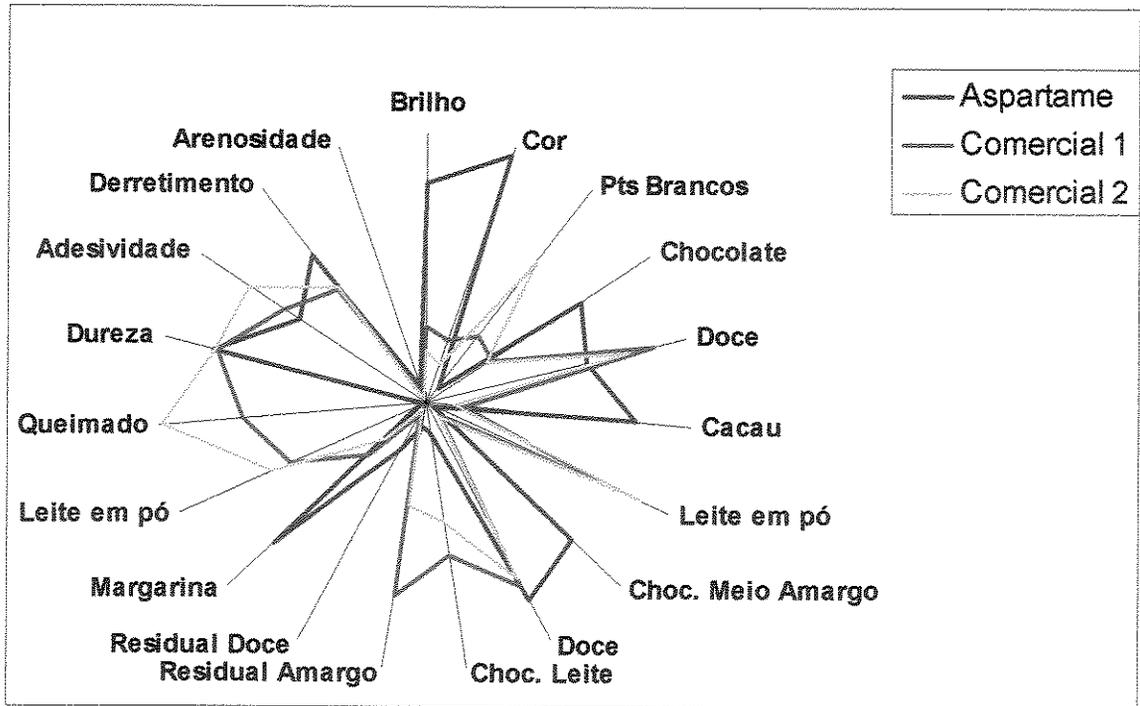


Figura 9d: Comparação das amostras comerciais com chocolate adoçado com aspartame

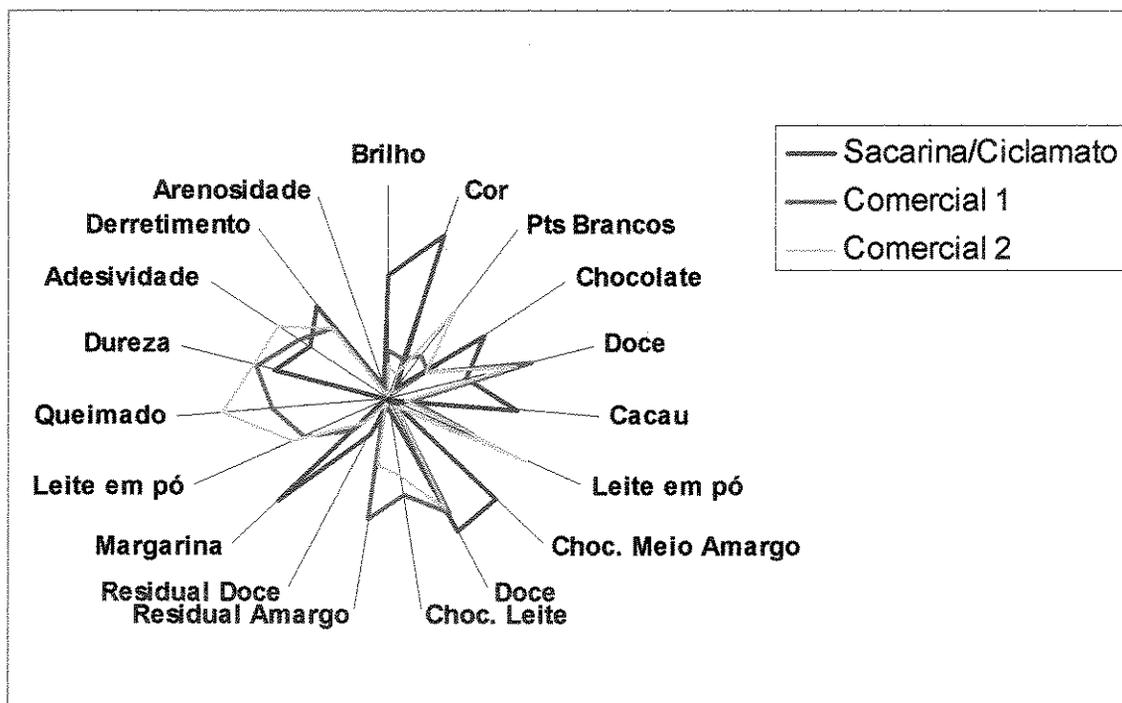


Figura 9e: Comparação das amostras comerciais com chocolate adoçado com sacarina / ciclamato

Com os resultados coletados para cada provador e amostra foi possível realizar a Análise de Componentes Principais (ACP), com o resultado expresso na Figura 10.

Os Componentes 1 e 2 explicaram juntos 86,50% das variações entre as amostras de chocolate testadas.

O Componente Principal 1 está explicado pela maioria dos termos descritores: brilho, cor, pontos brancos, aroma chocolate, aroma doce, aroma cacau, aroma leite em pó, sabor chocolate meio amargo, sabor chocolate ao leite, sabor margarina, sabor leite em pó, sabor queimado, dureza, adesividade e derretimento, devido a proximidade ao eixo X, com o valor de 70,06%

Já o Componente Principal 2 está explicado pelos termos descritores gosto doce, residual doce, residual amargo e arenosidade, devido a proximidade ao eixo Y, com o valor de 16,44%.

As amostras todas se apresentaram muito próximas, o que comprova a excelente repetibilidade dos resultados.

A amostra 1, adoçada com Estévia, não se caracterizou por nenhum atributo específico.

As amostras 4 e 6, respectivamente comercial 1 e comercial 2, se caracterizaram para os atributos sabor leite em pó, aroma de leite em pó, pontos brancos, adesividade, margarina e sabor chocolate ao leite.

A amostra 3, Sucralose, se caracterizou pelo atributo arenosidade, residual amargo e amargo.

A amostra 2, Sucralose / Acessulfame se caracterizou pelos atributos brilho, derretimento e residual doce.

As amostras 5 e 7, respectivamente adoçadas com Aspartame e Sacarina / Ciclamato, se caracterizaram pelo atributo residual doce.

As amostras comerciais ficaram bem distantes das amostras obtidas em laboratório, o que comprova a diferença entre as amostras comerciais ao leite das amostras laboratoriais meio amargo.

Segundo MUNOZ (1992), em uma figura que represente a Análise de Componentes Principais, os vetores que tem medidas mais distantes de zero correspondem a variáveis com maior influência sobre o valor do componente principal, enquanto que os vetores mais próximos de zero indicam que uma variável com pequena

influência sobre a Análise dos Componentes Principais. Como pode se observar na Figura 11, os vetores estão todos bem distantes de zero, caracterizando sua importância para as amostras avaliadas.

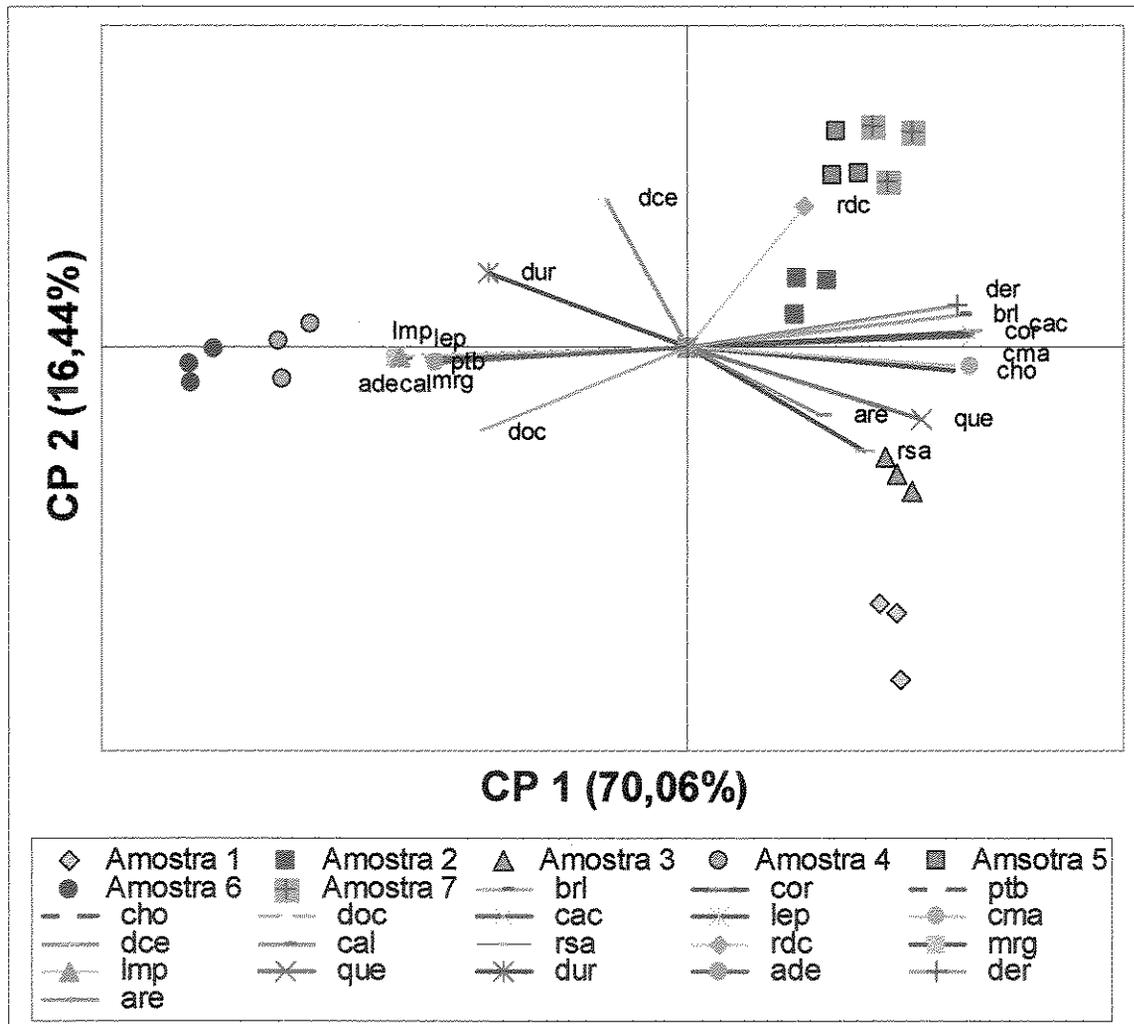


Figura 10: Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de chocolate. Os códigos dos vetores estão explicados na tabela 10.

5.3.3 Análise Tempo – Intensidade

Dos 12 provadores selecionados para efetuar os testes de análise tempo – intensidade, oito foram selecionados baseados nos seus poderes discriminativos das amostras $p \leq 0,30$ e de repetição $p \geq 0,05$ para a análise final. Além disso, dois atributos foram analisados: doçura e sabor chocolate meio amargo, sendo esses os mais característicos do produto. No atributo doçura, todas as amostras foram utilizadas na comparação. Já para o atributo sabor chocolate meio amargo, apenas as amostras obtidas em laboratório foram utilizadas, pois existe uma grande diferença entre as amostras de laboratório e as amostras comerciais, essas ao leite. A observação mais interessante desse estudo com as amostras laboratoriais será verificar a existência de algum efeito dos diferentes edulcorantes na sensação do sabor chocolate. Os resultados $P_{amostra}$ e $P_{repetição}$ para a doçura estão mostrados na tabela 13a, enquanto que os resultados de chocolate estão mostrados na tabela 13b.

Tabela 13a: Níveis de significância (p) para provadores selecionados para a análise Tempo – Intensidade em função da discriminação (Famostra) e repetição (Frepetição) para atributo doçura

Prorador	Tímáx		Imáx		Área		Ttot	
	Pamos	Prep	Pamos	Prep	Pamos	Prep	Pamos	Prep
1	0.0001	0.2251	0.0002	0.3922	0.0014	0.8840	0.0088	0.0876
2	0.0098	0.5153	0.0023	0.0985	0.0475	0.3133	0.0031	0.0860
3	0.0001	0.2405	0.0014	0.0822	0.0031	0.0931	0.0021	0.0800
4	0.0001	0.5444	0.0208	0.2294	0.0001	0.6872	0.1106	0.7405
5	0.0001	0.3050	0.0954	0.6445	0.0125	0.1588	0.0614	0.1754
6	0.0001	0.6497	0.0464	0.3308	0.0010	0.7351	0.1307	0.6419
7	0.0001	0.3230	0.0033	0.6169	0.0001	0.1023	0.2560	0.7881
8	0.0001	0.2730	0.0052	0.1923	0.0028	0.0899	0.0212	0.2130

*Foram selecionados provadores com P Famostra $\leq 0,30$ e Frepetição $\geq 0,05$

Tabela 13b: Níveis de significância (p) para provadores selecionados para a análise Tempo – Intensidade em função da discriminação (Famostra) e repetição (Frepetição) para atributo sabor chocolate meio amargo

Provador	Timáx		Imáx		Área		Ttot	
	Pamos	Prep	Pamos	Prep	Pamos	Prep	Pamos	Prep
1	0.0001	0.5834	0.1001	0.2068	0.0002	0.4200	0.0335	0.9982
2	0.0006	0.0611	0.1035	0.6453	0.0044	0.0921	0.0374	0.1395
3	0.0002	0.7108	0.0242	0.5605	0.0106	0.9306	0.0133	0.2896
4	0.0256	0.7100	0.0359	0.1427	0.0760	0.0678	0.0392	0.2883
5	0.0009	0.0678	0.0362	0.5674	0.0004	0.3300	0.0012	0.6701
6	0.0001	0.3012	0.0395	0.3276	0.0001	0.1217	0.0561	0.4741
7	0.0024	0.8092	0.0069	0.2876	0.0188	0.4774	0.0432	0.7712
8	0.0447	0.8338	0.2587	0.9646	0.0007	0.1112	0.0836	0.8556

*Foram selecionados provadores com P Famostra $\leq 0,30$ e Frepetição $\geq 0,05$

Os atributos analisados são Tempo de Intensidade Máxima (Timáx), Intensidade Máxima (Imáx), Área e Tempo Total do teste (Ttot).

Para uma visualização da tendência dos perfis de doçura e sabor chocolate dos provadores foram feitos os gráfico nas figuras 12a e 12b, enquanto que os resultados das médias de Tukey se encontram nas tabelas 14a e 14b.

Tabela 14a: Médias* do teste de Tukey das amostras em relação ao perfil de doçura para cada um dos parâmetros analisados

Amostra	lmax	Tlmax	Area	Ttot
Estévia	3.82 ^c	16.69 ^b	71.39 ^c	27.66 ^a
Acessulfame/Sucralose	5.11 ^b	18.69 ^{ab}	93.23 ^b	28.56 ^a
Aspartame	4.21 ^c	18.68 ^{ab}	71.46 ^c	27.71 ^a
Sacarina/Cíclamato	6.21 ^a	19.39 ^a	110.72 ^a	30.20 ^a
Comercial 1	6.02 ^a	19.34 ^a	100.54 ^{ab}	28.23 ^a
Sucralose	5.09 ^b	16.88 ^b	90.46 ^b	27.94 ^a
Comercial 2	5.18 ^b	16.64 ^b	95.86 ^b	29.04 ^a

* letras em comum na mesma coluna não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

Tabela 14b: Médias* do teste de Tukey das amostras em relação ao perfil de sabor chocolate meio amargo para cada um dos parâmetros analisados

Amostra	lmax	Tlmax	Area	Ttot
Estévia	4.99 ^a	16.96 ^a	90.66 ^a	27.53 ^a
Acessulfame/Sucralose	3.37 ^c	18.27 ^a	60.29 ^c	26.61 ^{ab}
Aspartame	4.09 ^b	18.68 ^a	74.44 ^b	26.79 ^{ab}
Sacarina/Ciclamato	3.11 ^c	17.90 ^a	49.80 ^d	25.48 ^{ab}
Sucralose	3.09 ^c	18.07 ^a	51.67 ^{cd}	24.75 ^b

* letras em comum na mesma coluna não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

Percebe-se pelos resultados do atributo doçura que a amostra adoçada com sacarina/ciclamato apresentou o maior valor de intensidade máxima, sem diferença significativa para a amostra comercial 1, também adoçada com sacarina/ciclamato e aspartame. Esses maiores resultados podem ser observados nos demais atributos também, como o tempo da intensidade máxima, a área sobre a curva e o tempo total de duração da análise. A amostra acessulfame/sucralose e a amostra sucralose vieram a seguir, com intensidade máxima um pouco menor do que as duas anteriormente citadas, mas sem apresentar diferença significativa, o que significa que a utilização do acessulfame como edulcorante sinérgico funciona muito bem, reduzindo o custo da formulação, pois a sucralose é muito cara. O chocolate comercial 2 é adoçado com um outro blend de edulcorantes (acessulfame e aspartame), mas seu sabor ao leite exagerado mascara sua doçura, mas mesmo assim, não apresentando diferença para as amostras

sucralose e acessulfame/sucralose. As amostras de aspartame e estévia apresentaram a menor intensidade do atributo, mas um comportamento interessante a ser observado é que não houve diferença significativa em nenhuma das amostras em relação ao tempo total de duração do estímulo, o que comprova o balanceamento bem feito entre eles.

Para o atributo sabor de chocolate meio amargo, a amostra de estévia se sobressai das demais em relação à intensidade máxima, muito provavelmente por causa do amargor residual presente na estévia, o que ajudou em uma melhor caracterização do sabor chocolate meio amargo, e se mantendo por mais tempo, já que foi a amostra com maior valor de tempo total, e, por conseguinte área sobre a curva. A amostra adoçada com sucralose obteve o menor valor para sabor meio amargo, sem diferença para as amostras adoçadas com sacarina/ciclamato e acessulfame sucralose, provavelmente por serem as amostras com maior intensidade de doçura, o que mascarava o sabor meio amargo. Não houve diferença entre as amostras para o parâmetro tempo intensidade máxima. O parâmetro área apresentou as maiores diferenças, exceto entre as amostras acessulfame/sucralose e sucralose e as amostras sucralose e sacarina/ciclamato. No tempo total, só a amostra sucralose apresentou diferença em relação a estévia. Nas figuras 11a e 11b, têm-se os gráficos de tendência da análise tempo-intensidade.

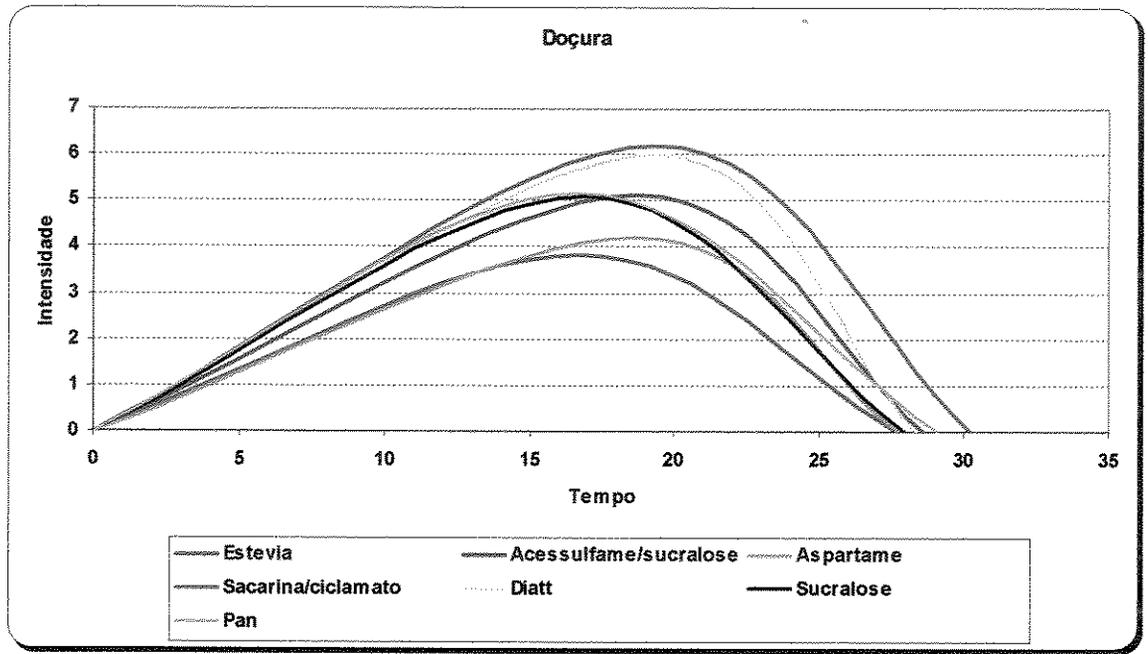


Figura 11a: Curvas tempo intensidade de doçura das amostras de chocolate avaliadas

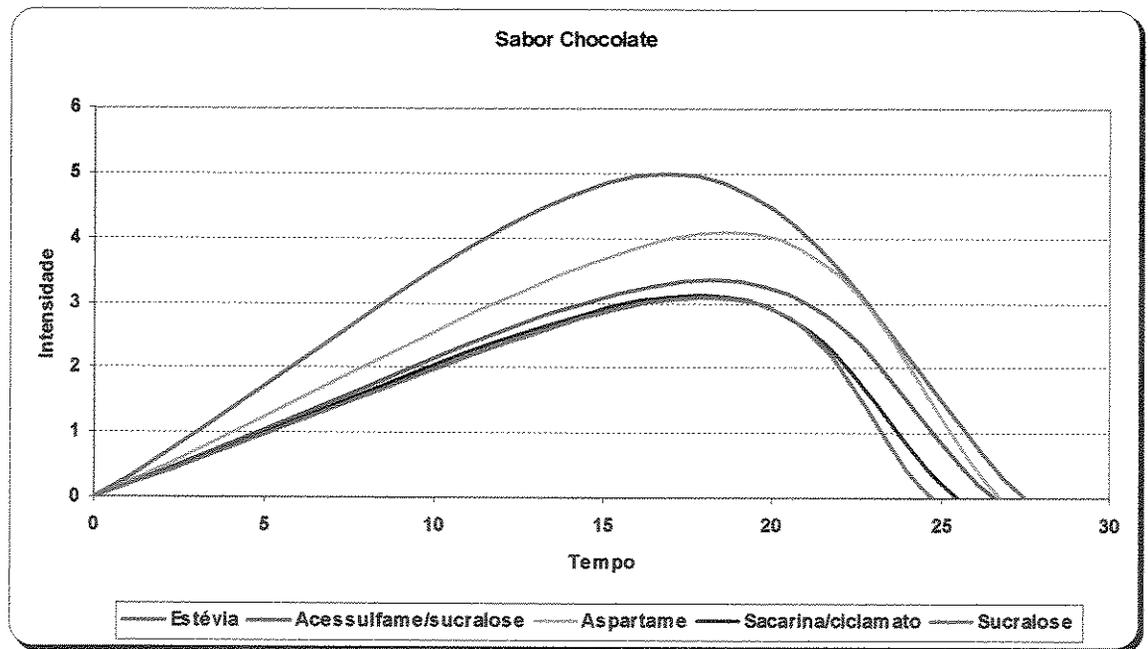


Figura 11b: Curvas tempo intensidade de sabor chocolate meio amargo das amostras de chocolate avaliadas

Do dados obtidos, também foi possível realizar a Análise dos Componentes Principais – ACP, estando o resultado mostrado na figura 12a, para o gosto doce e na figura 12b, para o sabor chocolate meio amargo. Novamente a ressalva é feita em relação ao chocolate meio amargo, aonde somente as amostras obtidas no laboratório foram utilizadas, uma vez que as amostras comerciais eram amostras ao leite.

A proximidade entre os vetores Imx (intensidade máxima), Are (área) e Ttot (tempo total da análise) indica uma provável correlação linear positiva significativa entre esses parâmetros para o sabor chocolate meio amargo.

Verificou-se uma explicação de 75,81% em relação ao primeiro eixo (componente principal 1), sendo que os atributos acima citados contribuem mais com a variabilidade associada na análise.

O somatório da explicação entre os componentes principais foi de 90,49%, sendo essa a explicação da variação ocorrida entre as amostras.

Em relação ao sabor chocolate meio amargo, a amostra estévia ficou mais caracterizada pelos atributos Imx (intensidade do atributo máximo), Are (área) e Ttot (tempo total da análise).

Já a amostra acessulfame/sucralose e sacarina/ciclamato ficaram mais caracterizadas pelo atributo Timx (tempo para atingir a intensidade máxima).

Em relação à doçura, o atributo tempo total caracterizou mais, devido ao primeiro eixo ter uma explicação de 64%, enquanto que os demais atributos, área, tempo aonde a intensidade máxima foi atingida e intensidade máxima explicaram 19,5%, no segundo eixo.

A amostra comercial Pan ficou mais caracterizada pelo atributo área, enquanto que as amostras sucralose e aspartame ficaram mais caracterizadas pelos atributos intensidade máxima e tempo aonde a intensidade máxima foi atingida.

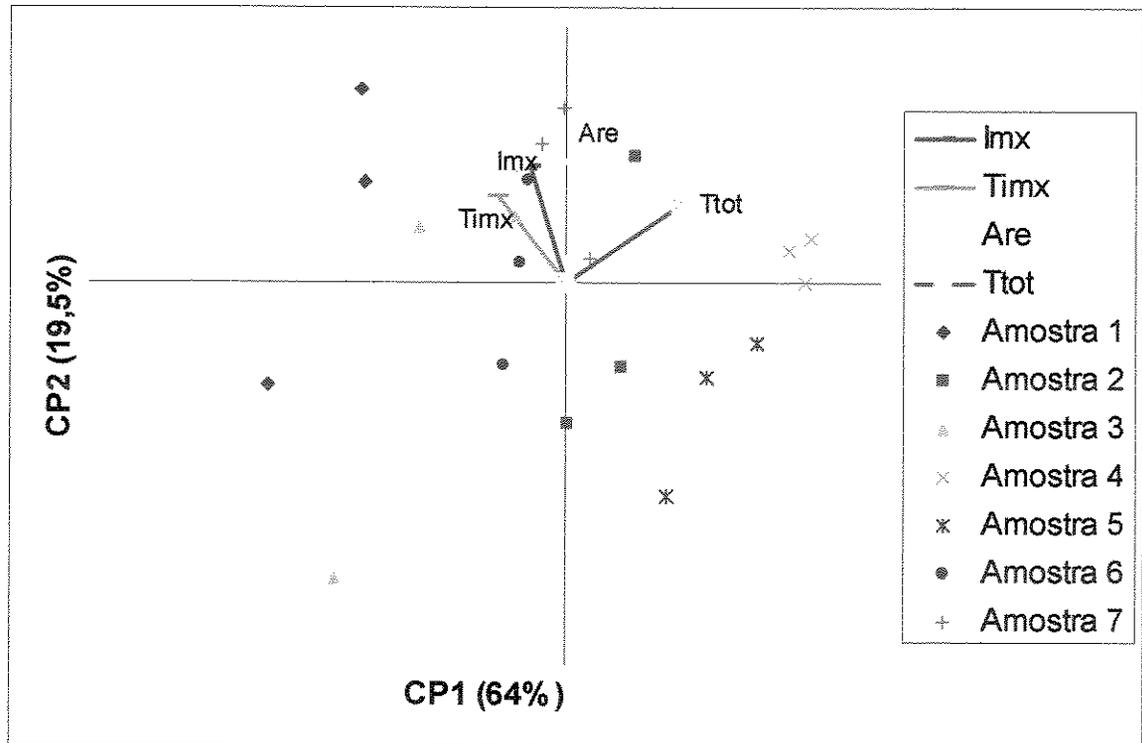


Figura 12a: Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais do atributo gosto doce

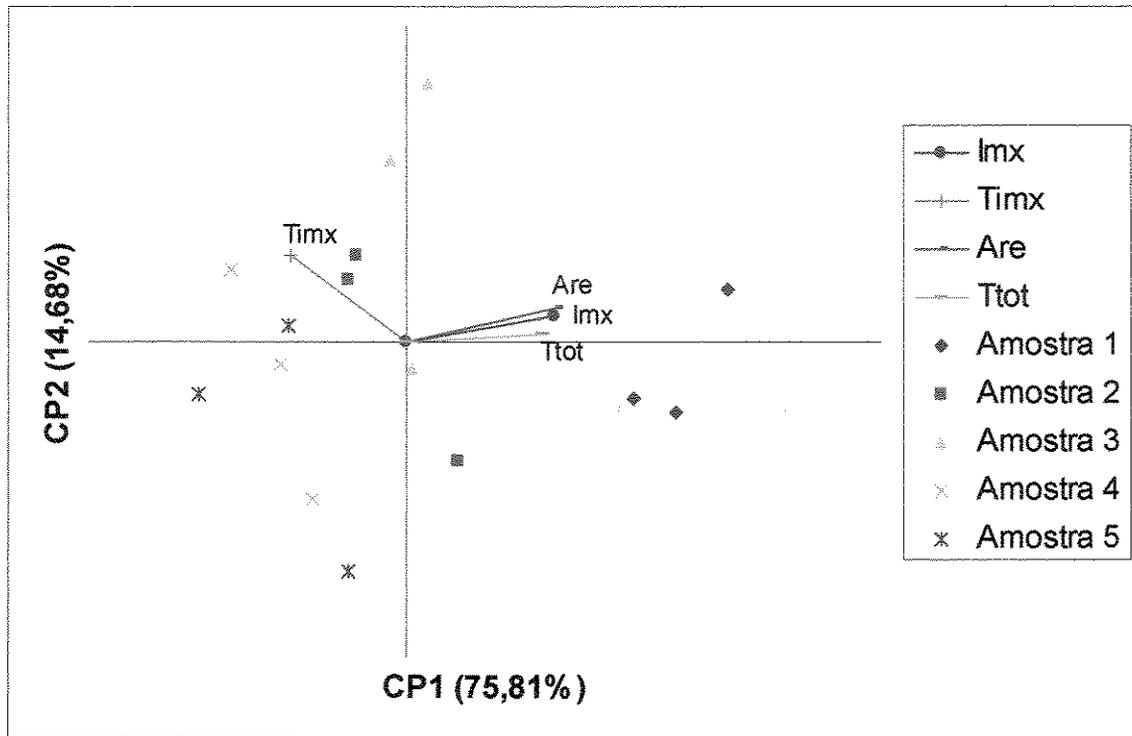


Figura 12b: Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais do atributo gosto doce

6. *Conclusões*

- O objetivo esperado de se desenvolver formulações “diet” em açúcares e “light” em calorias foi atingido, com a redução calórica de 25% em relação a um chocolate comercial normal.
- O controle de micronagem, ou seja, o tamanho de partículas que poderiam causar problemas nas análises posteriores foi muito eficiente, uma vez que os valores das amostras pré-conchagem foi de 22 μm , e após a conchagem, caiu para uma média de 17 μm , não sendo sentido na cavidade oral.
- A Análise de Aceitação verificou que a amostra obtida em laboratório adoçada com um “blend” de acessulfame/sucralose apresentou a maior média de aceitação em relação aos atributos avaliados (aroma, sabor, textura e impressão global), mesmo alguns atributos não apresentarem diferença significativa em relação às demais amostras.
- As amostras não apresentaram diferença significativa em relação ao aroma, mesmo as comerciais sendo ao leite, o que comprova a boa avaliação do aroma chocolate.
- A amostra comercial 2 apresentou médias inferiores às demais amostras.
- Na Análise Descritiva Quantitativa, as amostras comerciais não apresentaram diferença significativa em relação a atributos bem característicos da diferença delas (ao leite) em relação às amostras laboratoriais (meio amargo), como brilho e pontos brancos (aparência), chocolate, cacau e leite em pó (aroma), chocolate meio amargo, chocolate ao leite, residual amargo, residual doce, leite em pó (sabor), derretimento (textura). A diferença do atributo derretimento mostra o

efeito que o leite tem no chocolate, fazendo com que o mesmo acabe derretendo de uma forma pior do que o meio amargo. Isso acontece provavelmente devido a uma maior utilização de agentes de corpo na amostra ao leite, no caso litesse e lactitol, que por serem muito hidrofílicos, causam na amostra um pior derretimento (comprovado também por um valor maior do atributo adesividade).

- Puderam ser observados o valor alto de residual doce para a amostra de chocolate contendo estévia e a percepção de um sabor de margarina na amostra de chocolate contendo aspartame.
- O ACP comprovou os resultados do teste de médias, como as amostras comerciais se caracterizando nos atributos sabor leite em pó, aroma de leite em pó, pontos brancos, adesividade, margarina e sabor chocolate ao leite.
- Na Análise Tempo-Intensidade, para o atributo sabor chocolate meio amargo, a amostra de estévia se sobressai em relação às demais, caracterizando um bom sinergismo do edulcorante em relação ao chocolate meio amargo.
- Em relação ao atributo doçura, as amostras sacarina/ciclamate e comercial 2 apresentaram os maiores resultados de intensidade, o que era esperado por causa do blend de adoçante utilizado pelo comercial 2 (sacarina/ciclamate e aspartame).
- Comparando os resultados de aceitação com as análises ADQ e ATI, a amostra com o blend acesulfame/sucralose apresenta os melhores resultados por se sobressair em atributos mais agradáveis em comparação com as demais ao padrão de sabor da população, como o gosto doce;

7. Referências bibliográficas

ABICAB, Disponível em <http://www.abicab.org.br/>. Acesso em 23 de novembro de 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed. Washington, v. 1-2, 1995

ADOÇANTES INTENSIVOS, Disponível em <http://www.bediet.com.br/>. Acesso em 16 de novembro de 2003

ANDERSON, K. Ingredients of reduce calorie foods. In: CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela, 1996. p. 423.

AZUCAR, Produccion y consumo de azucar y otros edulzantes. **Ducelandia**, junho, p. 33-34, 1999.

BARROCO, H.E. & MENEZES, J.A.S. Aspectos Físicos, Econômicos e Políticos dos Chocolates Brasileiros; 1976-84. **Série Estudos Econômicos; n°10**, 1987.

BECKETT, S.T. Industrial Chocolate Manufacture and Use. Edited by S.T. Beckett, 2ed. Imp. London: Blackie Academic, 408p., 1994.

BLUNDELL, J. E.; ROGERS, P. J. Hunger, hedonic and the control satiation and satiety. In: FRIEDMAN, M.I.; TORDOFF, M.G.; KARE, M.R. (eds). **Chemical Senses**, v. 4, p. 127-148, 1991.

CAETANO, M. Ciclamato. In: Edulcorantes e Adoçantes em Alimentos: Ciclo de Debates, Campinas, ITAL, 1990, p.19-25.

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

CARDELLO, H. M. A. B.; DAMÁSIO, M. H. Edulcorantes e suas características. Revisão. **Boletim SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 241-248, jul/dez, 1997.

CARDELLO, H. M. A. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Análise tempo-intensidade dos estímulos doce e amargo de aspartame em equivalência de doçura a sacarose em solução a 10%. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 15. 1996. Poços de Caldas: SBCTA. Resumos.

CARDELLO, H. M. A. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI" In: Simpósio Iberoamericano de Análise Sensorial. I. 1996, Campinas: FEA. Resumos. p. 60.

CLIFF & HEYMSNN, 1994

CLIFF, M.; HEYMANN, H. Time-intensity evaluation of oral burn. **Journal Sensory Studies**, v. 8, p. 201-11, 1993.

COUTO, A. Edulcorantes e suas aplicações em produtos dietéticos. IN: **Apostila do Seminário de Produtos Diet e Light**, Campinas, junho 2000, 154p.

CROSBY, G. A. New sweeteners. *CRC Crit. Rev. Food Science Nutrition*, v.15, p.297-323, 1976.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Agroquímica Tecnol Alimentos.**, v.31/2, p.165-78, 1991.

DUBOIS, G. E.; CROSBY, G. A.; STEPHENSON, R. A.; WINGARD, R. E. Dihydrochalcone sweeteners. Synthesis and sensory evaluation of sulfonate derivative. **Journal of Agriculture Science**, v. 25, p. 763-72, 1977.

DUBOIS, G. E.; LEE, J.F. A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. **Chemical Senses**, v.7, p.237-47, 1983.

DUIZER, L. M.; GULLETT, E. A; FINDLAY, C. J. Time-intensity methodology for beef tenderness perception. **Journal of Food Science**, v.58, p. 493-7, 1993.

FDA APPROVES. Disponível em <<http://vm.cfsan.fda.gov/~Ird/>>. Acesso em 17 de outubro de 2003.

GARCIA, A.E.B. Tendências do mercado para produtos *diet* e *light* no setor de chocolates, balas e confeitos. IN: **Apostila do Seminário de Produtos Diet e Light**, Campinas, junho de 2000, 154p.

GOLBERG, L.; CONNING, D. M.; MENDELSON, M.; MOHR, U.; ROE, F. VAN RYZIN, J.; TAKAYAMA, S.; TRUHAUT, R.; WAGNER, B. Saccharin-current status. **Food Chemical Toxicology**, v.23, p. 543-6, 1983.

GUTHRIE, H. A. **Introductory nutrition**. 7.ed. Saint Louis: Mosby, p. 600,1989.

HARRISON, S. K.; BERNHARDT, R. A. Time-intensity sensory characteristics of saccharin, xylitol and galactose, and their effect on the sweetness of lactose. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 780-793, 1984.

HARTEL, R.W. Crystallization process. **The Manufacturing Confectioner**. v.71, n.8, p.61-66, 1991

HIGGINBOTHAM, J. D. Recent developments in non-nutritive sweeteners. In: GREMBY, T. H.; PARKER, K. J.; LINDLEY, M. G. *Developments in sweeteners-2*. London: Applied Science. Publ., p. 119-55. 1983.

HOMLER, B. Nutrasweet biond sweetener: a look beyond the taste. In: BIRCH, G. G.; LINDLEY, M. G. *Low calorie products*. London: Elsevier Applied Science, p. 113-25, 1988.

HOMLER, L.S. IN: **Alternative Sweeteners**. New York, Marcel Dekker, p. 39-69, 1991

ITAL. Desenvolvimento de recheios para bombons: ingredientes e parâmetros de controle. Campinas. Novembro, 1998.

KATO, I. Properties of stevioside. *Food Ind.* (Japan). v. 18. p. 44-9. 1976. apud BAKAL, A.I., O'BRIEN NABORS, L. Stevioside. In: O'BRIEN NABORS, L., GELARDI, R.C. *Alternative sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p. 295-308.

KELLING, S.T., HALPERN, P.B. Taste flashes: reaction times, intensity, and quality. **Science**, v. 219. p. 412-22, 1983.

KEMP, S. E.; BIRCH, G.G. An intensity/time study of the taste of aminoacids. **Chemical Senses**, v.17, p.151-68, 1992.

KETELSEN, S.M., KEAY, C.L., WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. *J.Food Sci.*, v.58, p. 1418-21, 1993.

KIER, L. B. A molecular theory of sweet taste. **Journal Pharmacy Science**, v.61, p 1934-1937. 1972.

LACTITOL. Disponível em <<http://caloriecontrol.org/lactitol.html>>. Acesso em 04 de junho 2003.

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 Food Science**, v. 43, p.41-6, 1978.

LAWLER, P. J. & DIMIK, P. S. Crystallization and polymorphism of fats. In: *Food Lipids, Chemistry, Nutrition and Biotechnology*, Marcel Dekker, Inc. New York, 816p. , 1998.

LEE III, W. E.; PANGBORN, R. M. Time-intensity: the temporal aspects of sensory perception. **Food Technology**, v. 40, p.71-82, 1986.

LEE III, W.E.; PANGBORN, R.M. Time-intensity: the temporal aspects of sensory perception. *Food Technol.*, v.40, p. 71-82, 1986

LINKO, P. Lactose and lactitol IN: **Nutritive sweeteners**. London: Applied Science Publishers, 1982. Cap.6, p. 109-103.

LOISEL, C.; KELLER, G.; LECQ, G.; LAUNAY, B. and OLLIVON, M. Tempering of Chocolate in a Scraped Surface Heat Exchanger. **Journal of Food Science**. 62(4):773-780, 1997a.

MATUSZEWSKA, I.; BARYLKO-PIKIELNA, N. The effect of sample exposure time on the time intensity response to NaCl solutions. **Food Quality and Preference**, v.6, p. 43-48, 1995.

MAZUR, R. H.; RIPPERR, A peptide-based sweetener. In:HOUGH, C. A. M.; PARKER, K. J.; VLITOS, A. J. Developments in sweeteners. **London :Applied Science**. P.125-135, 1979.

MEILGAARD, M; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. Florida CRC Press, Inc 1998.

MEILGAARD, M; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 281p. 1987.

MINIFIE, B.W. Chocolate, cocoa and confectionary: science and tecnologia, 3. Ed. Na AVI Book published by Van Nostrand Reinold, 940p. New York, 1985.

MINIFIE, B. W. Chocolate, cocoa, and confectionery: science and tecnologia. 3.ed..New York: Chapman & Hall, 1989. 118 p.

MOLNAR, P.; TOTH, M.; BOROSS & M, F. Sensory evaluation of select fruit juices and nectars by a panel group and by consumers. **Food Control**, v. 3, n. 4, p. 213-217, 1993.

MOPPET, F. K. Polydextrose. IN: **Alternative Sweeteners**. New York, Marcel Dekker, 1991. p. 401-421.

MORI, E. E. M. Análise Sensorial de Adoçantes e Edulcorantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 12, n. 2, p. 101-115, jul/dez, 1992.

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

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

MUÑOZ, A. M.; CHAMBERS IV; HUMMER, S. A. Multifaceted Category Study :How to Understand a Product Category and its Consumer Responses. **Journal Sensory Studies**, v.11,p. 261-294, 1996.

NABORS, L. B., GELARDI, R. C. Alternatives sweeteners. New York: Marcel Dekker, 1986.335p.

NAKAGAWA, M.; MIZUMA, K.; INUI, T. Changes em taste perceprtion following mental or physucal stress. Oxford University Press, 1995

NEILSON, A.J. Time-intensity studies. *Drug Cosmet. Ind.*, v.80, p. 452-3,454, 1957

NELSON R. B., Pumps and tempering. In: *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. Editado por Beckett, 2 ed. England: Clays Ltd., p.167-209, 1994.

OTT, D.B.; EDWARDS, C.L; PALMER, S.J. Perceived taste intensity and duration of nutritive and non-nutritive sweeteners in water using time-intensity (T-I) evaluations **J. Sensory Stud.**, v.56, p.535-42, 1991

PHILLIPS, K.C. Stevia: steps in developments a new sweetener. In: GRENBY, T.H. **Developments in sweeteners – 3**. New York: Elsevier Apl. Sci. p. 1-44. 1988

PFISER. Catálogo litesse / litesse III. 2000.

RABAY, A., TORRES, E. A. F. S. O poder dos edulcorantes. **Revista Higiene Alimentar**, vol. 10, nº 45, setembro/ outubro, 1996.

RÉ, R. Aspartame. Edulcorantes e Adoçantes em Alimentos. Ciclo de Debates. **BOLETIM SBCTA**, v. 24, p.147-162, 1990.

RYMON LIPINSKI, G-W, DEBNEY, T. J. Properties and applications of acessulfame-K. **Food Australia**, North Sydney, v. 45, n.12, p.588-92, Dec. 1993.

SAMUNDSSEN, J. A. Has aspartame an aftertaste? **Journal of Food Science**, v.50, p. 1510-1512, 1985.

SAS Institute. SAS User's Guide: statistics. Cary, USA: SAS Inst., 1993.

SCHMITT, D. J.; THOMPSON, L. J.; MALEK, D. M.; MUNROE, J. H; An improved method for evaluating time-intensity data. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 539-42, 1984.

SHALLENBERGER, R. S.; ACREE, T. R. Molecular theory of sweet taste. **Nature**. v.216, p.204-215.1973.

SOEJARTO, D.D.; KINGHORN, A.D.; FARNSWORTH, N.R. Potential sweetening agents of plants origin. III. Organoleptic evaluation of stevia leaf herbarium samples for sweetness. **J. Nat. Prod.**, v. 45, p. 590-9, 1982

SPLENDA. Catálogo sucralose. 2000.

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

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

SWARTZ, M. Sensory screening of synthetic sweeteners using time-intensity evaluations, **Journal of Food Science**, v.45, p.577-581, 1980.

THOMSON, D. M. H.; TUNALEY, A. A reappraisal of the use of multidimensional scaling to investigate the sensory characteristics of sweeteners. **Journal Sensory Study**, v. 2, p. 215-30, 1987.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J.H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of κ samples from τ may be tested. **Food Quality and Preference**, v.6, p.299-308, 1995.

WELLS, A.G. The use of intense sweeteners in soft drinks. In: CANDIDO, L.M.B; CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela, 1996, p. 423.

YOSHIDA, M. A microcomputer (PC 9801/MS mouse) system to record and analyze time-intensity curves of sweetness. **Chemical Senses**, v. 11, p. 105-118, 1986.

ZINK, R. Fabricação de balas duras, mastigáveis e de goma diet. IN: **Apostila do**