

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

**" EFEITO DE SUBSTITUTOS DA SACAROSE NAS CARACTERÍSTICAS
REOLÓGICAS E SENSORIAIS DE DOCE AERADO TIPO "MARSHMALLOW",
FORMULADO COM SUCO DE GOIABA
(Psidium guajava L.) "**

ANA LÚCIA TEIXEIRA DE MAGALHÃES

ORIENTADORA : Profa. Dra. MARISA DE NAZARÉ HOELZ JACKIX

**Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Título de
Mestre em Tecnologia de Alimentos**

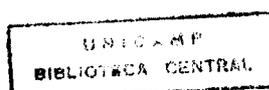
PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por ANA LÚCIA TEIXEIRA DE MAGALHÃES e aprovada pela Comissão Julgadora em 24/09.96.

Campinas, 24 setembro 1996

Profa. Dra. MARISA N.H. JACKIX
Presidente da Banca

Campinas - 1996



UNIDADE	BC.
RECHAMADA:	7/ UNICAMP
	M 27 e
V.	5
IMP.	28873
PROJ.	667196
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 21,00
DATA	30/10/96
N.º CPD	em.00093697.7

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

M27e

Magalhães, Ana Lúcia Teixeira de

Efeito de substitutos da sacarose nas características reológicas e sensoriais de doce aerado tipo "marshmallow", formulado com suco de goiaba (*Psidium guajava* L.) / Ana Lúcia Teixeira de Magalhães. -- Campinas, SP: [s.n.], 1996.

Orientador: Marisa de Nazaré Hoelz Jackix

Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.*Marshmallow. 2.*Doce aerado. 3.Substituto da sacarose.
4.*Light.5.Suco de goiaba. I.Jackix, Marisa de Nazaré Hoelz.
II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia
deAlimentos.III.Título.

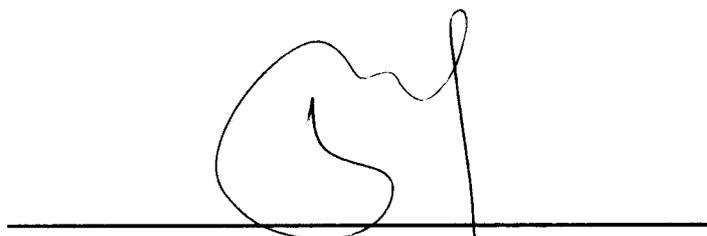
Banca Examinadora :



Dra. Marisa de N. Hoelz Jackix
(orientadora - membro)



Dra. Hilary Castle de Menezes
(membro)



Dr. Nelson Horacio Pezoa Garcia
(membro)

Dra. Adilma R. Pipa Scamparini
(membro)

Campinas, 1996

Dedico este trabalho:

**À Deus por tudo que tenho recebido,
Aos meus pais, Mara e Benedito, pelo amor, carinho e amizade,
Ao meu marido Luís, pela paciência , amor e companheirismo,
Ao meu tio Mário, pelo apoio e incentivo constante .**

Agradecimentos :

À professora Dra. Marisa de Nazaré Hoelz Jackix pelo incentivo, amizade, constante apoio e orientação deste trabalho;

Aos professores Dra. Adilma R. Pipa Scamparini, Dra. Hilary Castle de Menezes, Dr. Nelson Horacio Pezoa Garcia pelas sugestões apresentadas na redação final deste trabalho;

À CAPES e FAEP pelo apoio financeiro;

Às indústrias LEINER DAVIS GELATIN; GETEC; MAGUARY; RHODIA; VEPÊ e PFIZER pelo fornecimento de material;

À professora Maria Aparecida (DEPAN) pelas sugestões na parte sensorial;

À Ana Paula e D.Cesarina (laboratório de sensorial); Maria Teresa e Helena (laboratório de cereais), Ana Maria (laboratório geral) pela colaboração na realização das análises;

À Ana, D.Natalina e Mara, funcionários do laboratório de frutas e produtos açúcarados e a todos funcionários da secretaria do DTA - FEA;

Às amigas Ana, Flávia, Ieda, Márcia e Patrícia que contribuíram com incentivos pessoais e sugestões;

A todas as pessoas que , direta ou indiretamente, cooperaram para realização desta tese.

O tempo passou
E com alegria
Vejo meu projeto concluído.
Foi um sonho,
Que hoje parece curto.
Mas nele muitas vezes eu
Me compliquei,
Me embarcei,
Me desanimei.
Mas o ideal imaginado,
Aparecia sempre.

Via então que não estava sozinha,
Como nesta mensagem que deixo para todos,
que um dia por qualquer motivo precisarem destas páginas.

"Mesmo que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse caridade,
seria apenas como o som de um metal, ou como um sino que tine.
Ainda que eu tivesse o dom da profecia, conhecer todos os mistérios e a fé de
transportar montes, distribuir todos os meus bens e não tivesse caridade, não
seria nada.

A caridade é paciente, é benigna.

A caridade não é invejosa, não é ambiciosa, não procura seus próprios interesses.
Não folga com a injustiça, mas folga com a verdade.
Podem cessar as línguas, serem abolidas as ciências,
Mas a caridade nunca jamais há de acabar".

Caridade é amor
E Deus é amor
Quem vive com Deus, vive no amor.

(Mara Luz Teixeira de Magalhães)

SUMÁRIO

ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE TABELAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMO.....	IX
SUMMARY.....	XI
1 . INTRODUÇÃO.....	1
2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3 . MATERIAIS E MÉTODOS.....	55
4 . RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
5 . CONCLUSÕES.....	117
6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXO 1.....	129

ÍNDICE

1 . INTRODUÇÃO.....	1
2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Produtos aerados.....	3
2.2. Estrutura da espuma.....	7
2.2.1. Estabilidade da espuma.....	7
2.3. Efeito dos ingredientes nas características dos "marshmallows".....	10
2.3.1. Efeito dos açúcares.....	10
2.3.2. Efeito dos agentes aerantes.....	12
2.3.3. Gelatina.....	14
2.4. Outros ingredientes.....	18
2.4.1. Gordura vegetal hidrogenada.....	18
2.4.2. Amido.....	19
2.4.3. Corantes e aromas artificiais.....	19
2.5. Características físicas do "marshmallow ".....	19
2.5.1. Textura.....	20
2.5.1.1. Avaliação instrumental e sensorial da textura de "marshmallow ".....	20
2.5.1.2. Correlação entre medidas sensoriais e instrumentais da textura de "marshmallow ".....	21
2.5.1.3. Elasticidade.....	22
2.5.2. Densidade e "Overrun ".....	25
2.5.3. Viscosidade aparente.....	27
2.5.4. Umidade.....	28
2.6. Processamento industrial do "marshmallow ".....	29
2.6.1. Processo descontínuo de batimento.....	30
2.6.2. Processo contínuo de batimento.....	31
2.6.3. Processo de moldagem em formas de amido.....	33

2.7. Efeito das condições de processo nas características físico-químicas do "marshmallow"	33
2.7.1. Tempo e velocidade de batimento da calda.....	34
2.7.2. Temperatura de batimento da calda.....	35
2.8. Alimentos para fins especiais.....	35
2.9. Substitutos da sacarose.....	38
2.9.1. Frutose.....	40
2.9.2. Sorbitol	42
2.9.3. Polidextrose (" LITESSE ").....	44
2.9.4. Xarope de maltitol ("LYCASIN ")	48
2.10. Enriquecimento com suco de goiaba(Psidium guajava L.).....	51
2.10.1. Composição centesimal da goiaba.....	52
2.10.2. Propriedades nutricionais da goiaba.....	53
2.10.3. Suco de goiaba.....	53
2.10.3.1. Características físicas e químicas do suco de goiaba.....	54
2.10.3.2. Caraterísticas sensorias do suco de goiaba.....	54
3 . MATERIAL E MÉTODOS.....	55
3.1. Material.....	55
3.1.1. Materiais-primas.....	55
3.1.2. Equipamentos.....	55
3.2. Métodos.....	56
3.2.1. Preparação do suco de goiaba.....	56
3.2.2. Desenvolvimento das formulações e processo.....	56
3.2.2.1. Proporção do suco de goiaba.....	56
3.2.2.2. Concentração da gelatina.....	58
3.2.2.3. Bloom da gelatina.....	58
3.2.2.4. Tempo e velocidade de batimento.....	58
3.2.2.5. Tempo de secagem em moldes metálicos.....	58
3.2.3. Efeito dos substitutos da sacarose nas características do marshmallow.....	60

3.3. Determinações físicas e químicas do suco de goiaba, calda de marshmallow, aerado de marshmallow e marshmallow produto final.....	61
3.3.1. pH.....	61
3.3.2. Acidez titulável.....	61
3.3.3. Teor de sólidos solúveis.....	61
3.3.4. Umidade.....	61
3.3.5. Atividade de água.....	62
3.3.6. Açúcares redutores.....	62
3.3.7. Açúcares não-redutores.....	62
3.3.8. Ácido ascórbico.....	62
3.3.9. Pectina.....	62
3.3.10. Fibras.....	62
3.3.11. Viscosidade.....	63
3.3.12. Densidade aparente.....	63
3.3.13. "Overrun".....	64
3.3.14. Proteína.....	64
3.3.15. Redução Calórica.....	64
3.4. Avaliação instrumental da textura de marshmallow.....	64
3.4.1. Teste de compressão.....	66
3.4.2. Teste de cisalhamento.....	66
3.4.3. Teste de perfuração ("Punch Test ").....	66
3.5. Análise sensorial.....	67
3.5.1. Teste de aceitação dos marshmallows - Sabor e textura e aparência....	67
3.5.2. Intenção de compra - Sabor e textura e aparência.....	67
3.5.3. Método de Perfil de Textura.....	70
3.5.3.1. Treinamento de provadores.....	70
3.5.3.2. Seleção de provadores.....	72
3.5.3.3. Avaliação das amostras.....	72
3.5.4. Análise do atributo sabor.....	72
3.6. Análise estatística.....	75

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.1. Determinações físicas e químicas do suco de goiaba.....	76
4.2. Desenvolvimento da formulação básica e processo.....	77
4.2.1. Proporção de suco de goiaba na formulação.....	77
4.2.2. Concentração de gelatina.....	77
4.2.3. "Bloom" da gelatina.....	78
4.2.4. Tempo e velocidade de batimento.....	79
4.2.5. Tempo de secagem nos moldes metálicos.....	80
4.3. Efeito dos substitutos da sacarose nas propriedades do marshmallow.....	81
4.3.1. Determinação físicas e químicas das caldas de "marshmallow".....	81
4.4. Determinação das densidades das caldas, do aerado e do produto final.....	84
4.5. Efeito dos substitutos da sacarose no "overrun".....	85
4.6. Relação entre viscosidade e "overrun".....	86
4.7. Determinações físicas e químicas do marshmallow produto final.....	87
4.8. Redução calórica.....	89
4.9. Análise Sensorial.....	93
4.9.1. Aceitação de marshmallows - sabor e textura.....	93
4.9.2. Aceitação dos marshmallows - aparência.....	94
4.9.3. Intenção de compra - sabor e textura.....	95
4.9.4. Intenção de compra - aparência.....	96
4.9.5. Análise do atributo sabor.....	101
4.9.5.1. Sabor característico de goiaba.....	101
4.9.5.2. Sabor doce.....	101
4.9.5.3. Sabor amargo.....	103
4.9.5.4. Sabor residual.....	103
4.9.6. Método de Perfil de Textura Sensorial.....	104
4.9.6.1. Avaliação sensorial da elasticidade.....	104
4.9.6.2. Avaliação sensorial da maciez.....	105
4.9.6.3. Avaliação sensorial da gomosidade.....	105

4.9.7. Método de Perfil de Textura Instrumental.....	106
4.9.7.1. Teste de Compressão.....	107
4.9.7.2. Teste de Cisalhamento.....	109
4.9.7.3. Teste de Perfuração.....	113
4.10. Correlação entre atributos sensoriais e instrumentais de textura.....	115
5. CONCLUSÕES.....	117
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXO 1.....	129

ÍNDICE DE TABELAS

1. Formulação tradicional de "marshmallow".....	5
2. Concentração usual de agentes aerantes e textura característica conferida.....	13
3. Comportamento reológico de "marshmallow".....	25
4. Agentes aerantes possíveis de serem utilizados em marshmallow com as quantidades mínimas de água e tempo mínimo para hidratação.....	29
5. Características dos substitutos da sacarose.....	50
6. Composição centesimal da goiaba.....	52
7. Características físicas e químicas do suco de goiaba.....	54
8. Determinações físicas e químicas do suco de goiaba.....	76
9. Efeito do Bloom nas características físicas do marshmallow.....	78
10. Efeito do tempo e velocidade de batimento no aspecto do produto aerado.....	79
11. Efeito do tempo de secagem na textura do marshmallow.....	80
12. Determinações físicas e químicas das caldas de marshmallow.....	83
13. Média dos resultados de densidade de calda, aerado e marshmallow.....	84
14. Efeito dos substitutos da sacarose no "overrun"	85
15. Determinação física e química no produto final.....	88
16. Valor calórico da formulação tradicional.....	89
17. Redução calórica conferida pelos substitutos da sacarose no produto final.....	92
18. Médias de aceitação dos marshmallows quanto à aparência, sabor e textura em escala de 0 a 9.....	95
19. Médias do atributo sabor dos marshmallows, em escala de 0 a 9.....	103
20. Avaliação sensorial da elasticidade.....	104
21. Avaliação sensorial da maciez.....	105
22. Avaliação sensorial da gomosidade.....	106
23. Avaliação instrumental da elasticidade.....	108
24. Avaliação instrumental de dureza e coesividade.....	112
25. Avaliação instrumental da gomosidade.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Tipos de marshmallow e suas principais características.....	6
2. Dispersão de bolhas de ar em marshmallows, em escala onde a divisão é igual a 1cm.....	10
3. Dispositivo utilizado para : Análise de Perfil de Textura.....	23
4. Curva típica de curva-distância obtida na APT (Análise de Perfil de Textura).....	24
5. "Overrun" em função da viscosidade da calda de marshmallow.....	27
6. Processo industrial contínuo de marshmallow extrusado.....	32
7. Variação de "Overrun" em função do tempo no processo de batimento da calda.....	34
8. Estrutura química da Frutose.....	40
9. Estrutura química do Sorbitol.....	42
10. Estrutura química da Polidextrose ("LITESSE").....	45
11. Estrutura química do Maltitol ("LYCASIN").....	48
12. Fluxograma do processo de marshmallow com suco de goiaba.....	56
13. Moldes metálicos utilizados para secagem da massa aerada de marshmallow.....	59
14. Marshmallow cortados tipo "Marshmallow Americano".....	60
15. Texturômetro SMS - Analisador de textura - TA.XT2.....	64
16. Parâmetros fornecidos pelo texturômetro e maneira de calcular os atributos de textura registrados.....	65
17. Ficha utilizada no teste de aceitação das amostras de marshmallow para avaliação do sabor / textura e intenção de compra.....	68
18. Ficha utilizada no teste de aceitação das amostras de marshmallow para avaliação da aparência e intenção de compra.....	69
19. Fichas utilizadas no treinamento de provadores para os 3 atributos de textura: gomosidade, maciez e elasticidade, utilizando as escalas padrões destes atributos. (ANEXO 1).....	71
20. Ficha utilizada no Método de Perfil de Textura sensorial para avaliação da intensidade dos atributos: maciez, elasticidade e gomosidade das amostras de marshmallow.....	73
21. Ficha utilizada para análise da intensidade do atributo sabor das amostras de marshmallow.....	74

22. Relação entre as viscosidades das caldas e o nível de aeração obtida nas cinco formulações.....	86
23. Níveis de aceitação do sabor e textura de marshmallow.....	97
24. Níveis de aceitação da aparência de marshmallow.....	98
25. Intenção de compra - Sabor e textura.....	99
26. Intenção de compra - aparência.....	100
27. Teste de Compressão na amostra de marshmallow.....	107
28. Curva típica do teste de compressão , sendo a velocidade do teste de 2,0 mm/s (compressão) e velocidade do pós-teste 5,0 mm/s (descompressão) com uma distância de 23,0 mm/s. Foram realizados 7 ciclos.....	108
29. Teste de Cisalhamento em marshmallow.....	110
30. Curva típica do teste de cisalhamento para 5 amostra de marshmallow, utilizando uma velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s; velocidade de teste de 5,0 mm/s e velocidade de pós-teste de 2,0 mm/s. A distância de ruptura de 30,0 mm e a distância da amostra 50,0 mm.....	111
31. Marshmallow sob o Teste de Perfuração ("Punch Test").....	113
32. Curva típica do teste de perfuração na amostra de marshmallow utilizando velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s ; velocidade do teste de 5,0 mm/s e velocidade do pós-teste de 2,0 mm/s. A distância foi de 15,0 mm e foram realizados 3 ciclos.....	114

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento reológico e organoléptico de um doce aerado modificado para dietas especiais, isento de sacarose e colorido e aromatizado com suco de fruta. Foram desenvolvidos cinco formulações de "marshmallow " com suco de goiaba contendo substitutos de sacarose : (1) frutose; (2) frutose e sorbitol; (3) frutose e maltitol; (4) frutose e polidextrose e (5) maltitol e polidextrose.

"Marshmallows" elaborados com os diversos substitutos da sacarose apresentaram valores para a densidade do aerado (0,34 a 0,73 g/cm³), "overrun " (78% a 268%), umidade (20% a 24%) e viscosidade da calda a 45^oC (192 a 208 cP) dentro da faixa de variação do marshmallow tradicional.

A capacidade de incorporação de ar variou inversamente a viscosidade da calda. A mistura maltitol/polidextrose conferiu máxima viscosidade a calda (208 cP) e "overrun " mínimo (78%) ao produto aerado. Por outro lado a frutose, quando utilizada como único substituto, foi responsável pela formação de produto com mínima viscosidade (192 cP) e máximo "overrun " (268%).

Não houve diferença significativa na preferência e aceitação do provador com relação a aparência, sabor, aroma e textura, entre as amostras formuladas com frutose ou com misturas da frutose com : sorbitol, maltitol e polidextrose. Estas no entanto, com notas de 8,3 a 7,3 foram preferidas em relação a amostra com maltitol/polidextrose que obteve notas entre 5,0 e 6,0.

O sabor característico da fruta foi bem percebido em todas as formulações porém, a frutose e o sorbitol permitiram maior percepção do sabor característico de goiaba que a amostra com a mistura de maltitol/polidextrose.

A amostra que apresentou maior intensidade para o sabor doce foi a formulação com frutose que foi seguida em ordem decrescente de doçura pelas amostras de frutose/sorbitol, frutose/maltitol, frutose/polidextrose e maltitol/polidextrose.

A frutose, o sorbitol, o maltitol e a polidextrose não conferem sabor amargo em "marshmallow" .

A frutose e misturas de frutose com sorbitol e polidextrose não apresentam sabor residual obtendo médias baixas, entre 0,20 a 0,35. As amostras com maltitol apresentaram pequeno sabor residual, entre 1,44 e 2,33.

É possível reduzir em até 34% o valor calórico do "marshmallow" , através da substituição de 50% de frutose por polidextrose, sem que o provador perceba diferença na aparência, sabor e textura em testes de preferência e aceitação. O " marshmallow " com 53% de redução calórica obtido com mistura de maltitol / polidextrose, embora com menor média de preferência, não apresenta rejeição para consumo.

O perfil de textura varia com o tipo de combinação dos substitutos da sacarose. A combinação maltitol / polidextrose resultou na amostra mais gomosa, mais macia e menos elástica das 5 formulações. Por outro lado, a combinação da frutose com polidextrose conferiu alta elasticidade ao produto, o qual foi considerado o menos macio e menos gomoso de todos.

O maltitol, sorbitol e polidextrose quando combinados com frutose, tornaram a amostra mais elástica, menos macia e menos gomosa do que a amostra formulada só com frutose.

Verificou-se que os atributos de textura do " marshmallow " , elasticidade, maciez e gomosidade podem ser avaliados instrumentalmente através do texturômetro TA.XT2, sob testes de compressão, cisalhamento e perfuração respectivamente, uma vez que os dados de tais testes apresentaram correlação com os resultados da análise sensorial.

SUMMARY

The main objective of this research was to study the rheological and organoleptic properties of an aerated candy modified for special diets, free of sucrose and artificial coloring and flavored with fruit juice. Five different marshmallow formulae were developed using guava juice and containing the following sucrose substitutes : (1) fructose; (2) fructose and sorbitol; (3) fructose and maltitol; (4) fructose and polydextrose and (5) maltitol and polydextrose.

Marshmallows formulated with the different sucrose substitutes showed values for aeration density (0.34 - 0.73g/cm³), "overrun" (78% -268%), moisture (20%-24%) and syrup viscosity at 45C⁰ all within the ranges similar found in traditional marshmallows.

The ability to incorporate air was inversely related to syrup viscosity. The maltitol and polydextrose mixture conferred maximum syrup viscosity (208 cP) and minimum "overrun" (78%) to the aerated product. On the other hand, when fructose was used as the only substitute, it formed a product with minimum viscosity (192cP) and maximum "overrun" (268%).

There was no significant difference in preference or acceptability by the panel members with respect to the appearance, taste, flavour and texture of the samples formulated with fructose or fructose mixed with sorbitol, maltitol or polydextrose. These samples obtained grades between 8.3 and 7.3 and were preferred to samples containing maltitol and polydextrose which obtained grades between 5.0 and 6.0.

The characteristic fruity taste was well perceived in all formulations although fructose and sorbitol allowed for a greater taste perception of the characteristic guava taste than in the samples formulated with maltitol and polydextrose.

The sample which presented the greatest intensity of the sweet taste was the fructose formulation, followed by the samples fructose/sorbitol, fructose/maltitol, fructose/polydextrose and maltitol/polydextrose in decreasing level of sweetness.

Fructose, sorbitol, maltitol and polydextrose did not exhibit a bitter taste in marshmallow. Samples containing fructose or mixture of fructose with sorbitol or polydextrose showed no residual taste. Samples containing maltitol showed a mild residual taste (1.44 - 2.33).

It is possible to reduce the caloric value by up to 34% by substituting 50% of the fructose with polydextrose without the panel member perceiving the change in appearance, taste, flavour or texture during the acceptability test. The marshmallow obtained using the maltitol and polydextrose mixture resulted in a 53% caloric reduction, and though less preferred, it did not present consumer rejection.

The texture profile varied according to the type of sucrose substitute combination. The maltitol and polydextrose combination resulted in the gummiest, softest and least elastic sample of the five. On the other hand, the fructose and polydextrose combination conferred high elasticity to the product which was thus considered to be the least soft and least gummy of all.

Maltitol, sorbitol and polydextrose, when combined with fructose, resulted in a more elastic and less soft sample than that formulated with only fructose.

It was observed that the texture attributes of marshmallow, elasticity, smoothness and gumminess can be instrumentally determined using the TA.XT2 texturometer, applying the : compression, shearing and puncturing tests respectively, since the test data showed correlation with the sensorial analysis.

1 . INTRODUÇÃO

Tem-se observado mundialmente, o crescimento da oferta de produtos industrializados para dietas especiais, sendo que um dos setores que mais tem se destacado é o de produtos formulados com alternativas da sacarose, destinados aos diabéticos, aos consumidores que necessitam de dietas hipocalóricas e preocupados em reduzir o risco de cáries proporcionados pelos doces comuns.

No Brasil, tem-se verificado que apesar do aumento do consumo de produtos dietéticos e da crescente disponibilidade no mercado de novos adoçantes e edulcorantes, a variedade destes produtos alternativos no mercado é muito pequena.

A indústria brasileira de doces tem além do interesse em produzir doces alternativos como dietéticos, o de participar do mercado de novos produtos, tais como caramelos aerados, confeitos coloridos de formas, textura e sabores variados como gomas, "marshmallows " ; mercado este hoje ocupado apenas por produtos importados.

Um dos principais fatores que tem impedido o desenvolvimento da indústria brasileira de doces nesta direção é a falta de informações tecnológicas. Além de ser praticamente inexistente bibliografia nacional sobre tecnologia industrial destes produtos, os escassos dados da bibliografia internacional não podem ser simplesmente repassados, uma vez que nem sempre são adequados à matéria-prima nacional.

Um importante aspecto a ressaltar com relação aos doces e balas em geral, é que do ponto de vista nutricional, além de contribuir apenas com o fornecimento de calorias, eles têm estado associados a problemas de cariogenicidade e de ordem alérgica, devido ao uso de corantes artificiais. No entanto, são produtos consumidos em larga escala, principalmente por proporcionar grande satisfação sensorial e psicológica ao consumidor.

Assim, as pesquisas com doces alternativos mais saudáveis, elaborados com albuminas, gelatinas, pectinas e outras fibras solúveis, enriquecidos com vitaminas e sais minerais provenientes de sucos de frutas, que atuariam também como corantes e aromatizantes naturais vem ao encontro do interesse do consumidor.

Deve-se considerar ainda, que a industrialização deste tipo de produto pode ser conduzida sem grande investimento em equipamentos e espaço físico, o que permite que inúmeras pequenas e médias fábricas de balas e doces possam atuar neste setor.

De acordo com o acima exposto e considerando ainda o crescente interesse por produtos aerados, foi estudado o efeito de substitutos da sacarose nas propriedades reológicas e organolépticas de um produto aerado tipo "marshmallow ", colorido e aromatizado com suco de goiaba.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produtos Aerados

NUMIA (1990), analisando as tendências de mercado para o setor de alimentos, verificou que o momento é de excelente oportunidade no segmento de produtos com "apelo" de contribuir para uma alimentação mais saudável, com adição de complexos vitamínicos e minerais nos alimentos de consumo maciço, incorporação de corantes e aromas naturais, atenção às necessidades nutricionais dos consumidores e preocupação pelo natural crescimento mundial do consumo de confeitos e produtos prontos para consumo. Os produtos em maior destaque são: produtos lácteos, sobremesas prontas para serem consumidas e produtos aerados (GARCIA,1988) .

Hoje em dia, vários produtos são aerados como : sorvetes, alguns tipos de chocolates, coberturas, patês, queijos e confeitos em geral. No mercado de confeitos, um setor em ascensão é o de aerados, onde se destacam os caramelos mastigáveis, chocolates, torrones e marshmallows .

O processo de aeração é utilizado extensivamente na indústria de confeitaria. Estes produtos despertam interesse devido a sua textura leve e aparência volumosa (JEFFERY,1972).

Como o ar é o ingrediente principal, não existe custos adicionais de matéria-prima para produzir um doce aerado, porém resulta num produto com textura especial e um grande volume aparente agradável ao consumidor. Essas características são obtidas através da incorporação de ar numa mistura de açúcares, agente aerantes e água.

Os marshmallows são produzidos principalmente nos Estados Unidos, Alemanha, França e Inglaterra (GUICHARD,1994).

A gelatina é o principal agente aerante utilizado em confeitaria. GUICHARD (1994), cita as quantidades de gelatina utilizada para a produção de diversos tipos de alimentos sendo que doces em geral tem um consumo de 23.320 toneladas de gelatina para a sua produção, seguida de 2.040 toneladas para sobremesas, 1.575 toneladas para marshmallows e 325 toneladas para sorvetes, sendo o restante dividido para outros produtos aerados.

Um doce aerado de interesse por consumidores é o "marshmallow", o qual possui textura macia e suave, com estrutura de espuma estável, formada pela incorporação de ar através de um processo de batimento de uma calda concentrada de açúcares e agente de aeração.

Originalmente o "marshmallow" era produzido na França com o nome de "Patê de Guimauve" produzido através das raízes de *Althaea Officinalis*, uma planta que cresce em áreas pantanosas (marsh areas). As raízes desta planta produzem um suco viscoso, o qual era misturado com ovo, açúcar e quando batidos formavam uma espuma leve, um produto aerado (MINIFIE, 1980). Este suco viscoso era utilizado como medicamento para tratamento de doenças cardíacas, pois esta raiz tem propriedades calmantes (LEES & JACKSON, 1973).

Hoje em dia, o marshmallow é conhecido apenas como um doce atrativo, sendo industrializado com formulação semelhante, muito próximo à tradicional, exceto pelo uso de raízes (LEES & JACKSON, 1973).

O decreto Estadual nº 12.486/78 de 20 de Outubro de 1978, define marshmallow como: "Massa batida por mistura de açúcares, gelatina ou albumina de ovo e adicionada de aromatizantes; o produto deve apresentar textura leve e porosa. GROVES (1995), ainda complementa dizendo ser uma espuma leve, mais firme que um frappé e quando seco é mastigável.

A formulação básica de "marshmallow" utilizada industrialmente é demonstrada na Tabela 1. O produto resultante desta formulação pode ser pastoso, destinados a

receitas de coberturas de bombons, biscoitos e sobremesas ou na forma de um sólido de baixa densidade para ser consumido como um doce de corte (LEES & JACKSON, 1973).

Tabela 1 - Formulação tradicional de Marshmallow

Ingredientes	%
Gelatina 180 ^o Bloom	4
Água	8
Sacarose	60
Água	16
Gordura vegetal hidrogenada	2
Açúcar invertido / Xarope de glucose	10

fonte: (LEINER DAVIS GELATIN, 1993)

Segundo RIEDEL (1986), existem três tipos de preparo do marshmallow que são os extrudados, de corte e de depósito, sendo que estas diferenças de processo resultam em vários tipos de marshmallows.

GROVES (1995), cita os tipos de marshmallow com as suas características principais, os quais são mostrados na Figura 1.

Tipos	Características
Frappé	<ul style="list-style-type: none"> - Usado como carregador para bolhas de ar. - Ingredientes: açúcar, água, xarope de milho, açúcar invertido. - Sólidos solúveis : 75% - Densidade: 0,25 à 0,30 g/cm³
Marshmallow arenoso	<ul style="list-style-type: none"> - Ingredientes: xarope de milho e uma parte de sacarose, a qual será deliberadamente recristalizada, afetando a textura, reduzindo a elasticidade. A cristalização é iniciada pela adição de açúcar polvilhado ou fondant , depois da aeração.
Marshmallow arenoso seco	<ul style="list-style-type: none"> - Possui alta quantidade de sacarose e baixa quantidade de xarope de milho. No processo de secagem adquire textura quebradiça, não sendo agradável ao comer.
Marshmallow não-arenoso	<ul style="list-style-type: none"> - A formulação contém menos de 50% de xarope de milho na base de xarope, para prevenir a cristalização da sacarose. - Sólidos solúveis: 75 à 80% - Densidade: 0,3 - 0,5 g/cm³

Figura 1 - Tipos de marshmallows e suas principais características
 (fonte: GROVES, 1995)

A umidade do "marshmallow" varia de 15% à 25% (GROSSO,1972). Segundo SWEETMAKER (1982) a umidade do marshmallow pode variar de 22% à 28%. A densidade está na faixa de 0,25 à 0,50g/cm³ (GROSSO,1972). GARCIA (1995) cita a faixa de densidade para "marshmallow" de 0,25 à 0,70 g/cm³. Em formulações industriais tradicionais, o pH de um marshmallow está na faixa de 5,0 à 6,3 (GARCIA,1995).

2.2. Estrutura da espuma

A principal característica do "marshmallow" é a textura, a qual depende principalmente do ar que transforma a calda de açúcares em uma espuma leve fornecendo a textura desejada.

De acordo com BIKERMAN (1973), espumas são aglomerados de bolhas de gás separadas umas das outras por um filme líquido pouco espesso. A espuma é fundamentalmente, uma dispersão de ar em um líquido. É uma dispersão coloidal onde se tem uma fase de gás dispersa em um líquido que incorpora ar.

Nos casos de produtos aerados, a produção de espuma com pequenas bolhas é desejável devido ao fato destas exibirem uma conformação muito próxima da forma esférica, a qual é mais estável (BIKERMAN,1973).

2.2.1. Estabilidade da espuma

A espuma formada na produção de um marshmallow, pode ter uma perda de estabilidade das bolhas por várias falhas que podem ocorrer devido o processamento ou devido ao uso de algum ingrediente não compatível na formulação.

Em confeitos aerados, as bolhas podem perder a estabilidade por coalescência, drenagem e desproporção. A causa de deterioração de uma espuma por coalescência pode ser chamada muitas vezes de ruptura e ocorre quando o filme fino

que envolve a bolha e separa das demais, se rompe criando uma bolha maior (LEES,1991c).

A segunda causa de deterioração é a drenagem, que é um processo que ocorre em toda fase aquosa através do fluxo de líquidos por todo filme, sob a ação de força gravitacional. Como resultado da drenagem, o filme fica mais espesso na parte inferior e menos espesso na parte superior. A transferência do líquido da parte central para a região lamelar da bolha é devido à diferença de pressão do líquido nestas regiões. Dependendo do equilíbrio entre essas forças, um filme pode tornar-se cada vez mais fino até romper-se ou pode atingir uma espessura de equilíbrio (SHAW,1975). O tamanho da bolha não muda durante a drenagem, porém a forma da bolha varia (LEES, 1991a). A drenagem acentua a terceira causa de deterioração conhecida por desproporção, a qual afeta a espessura da camada que envolve a bolha. Em cada bolha há uma pressão de gás conhecida como "pressão de Laplace " , a qual empurra internamente a superfície do filme formando uma película na bolha.

Estas falhas ocorridas nas bolhas , desestabilizam a espuma e podem ser prevenidas com o uso de açúcares de alta viscosidade, escolha de um agente aerante ideal e escolha correta das condições da incorporação da fase gasosa (LEES,1991c).

As espumas que formam os alimentos contém freqüentemente partículas sólidas fixadas na fase aquosa e estas partículas geralmente são precipitados de proteínas, carboidratos ou lipídeos que ajudam a estabilizar as espumas (STAINSBY,1986).

Estudos recentes revelam que as macromoléculas mais citadas para promover a estabilidade das espumas são as proteínas e os polissacarídeos, sendo que as proteínas tem recebido uma maior atenção quanto as suas funcionalidades para a formação de espumas e emulsões. A espuma em alimentos depende da atividade de superfície , das propriedades do filme formado de componentes específicos de proteína, a qual deve estar presente em níveis relativamente baixos na formulação e da habilidade da proteína em formar rapidamente um filme interfacial,o qual tenha a capacidade de reter o ar. O filme de proteína envolve a bolha de ar , portanto deve ser

bastante resistente para reter umidade e resistir à choques mecânicos durante e após sua formação (PHILLIPS et alli, 1987).

Segundo HART (1989), a tecnologia de espumas de base protéica com alta estabilidade encontra muitas aplicações alimentícias, como para os produtos batidos como os marshmallows e nougat.

Embora os polissacarídeos também sejam muito importantes na estabilidade da espuma, eles parecem não serem muito ativos na superfície, devido à sua menor flexibilidade, pois são substâncias que não conseguem se dobrar como fazem as cadeias de proteínas devido a rotação das ligações glicosídicas entre os monômeros. Já as cadeias de proteínas são estruturas flexíveis que apesar de seu tamanho grande, têm somente uma pequena parte da macromolécula protéica que entra em contato com o limite interfacial para que ocorra a adsorção (STAINSBY,1986).

Os filmes de proteínas nas interfaces são altamente significantes para a indústria de alimentos pelo fato das camadas de proteínas adsorvidas nas interfaces ar/água estabilizar os sistemas coloidais em alimentos como: sorvetes, espumas de cerveja, mousse, laticínios e marshmallows (STAINSBY,1986). Segundo MANSVELT (1972),as moléculas de proteína que inicialmente não tem orientação alguma, no decorrer do batimento, formam uma capa superficial, na interface ar/líquido, ao mesmo tempo em que tendem a alinhar-se paralelamente umas as outras (devido às forças de ligação intermoleculares das proteínas), o que confere grande estabilidade à nova estrutura. Para aumentar a superfície da interface aplica-se energia mecânica, o que é feito através de diversas batedeiras. O aumento do tempo de batimento provoca a diminuição do diâmetro das bolhas de ar e aumenta a superfície da interface (GROSSO,1972). Segundo TIEMSTRA (1964a), bolhas de ar maiores, possuem paredes mais finas em comparação as bolhas menores. Por este motivo, as menores bolhas são mais estáveis, por isso os marshmallows são espumas estáveis . A parede mais espessa é mais resistente a choques e outras falhas que possa ocorrer nas bolhas. A Figura 2 mostra a dispersão de bolhas de ar em calda de marshmallow, onde aparece as bolhas maiores e menores.

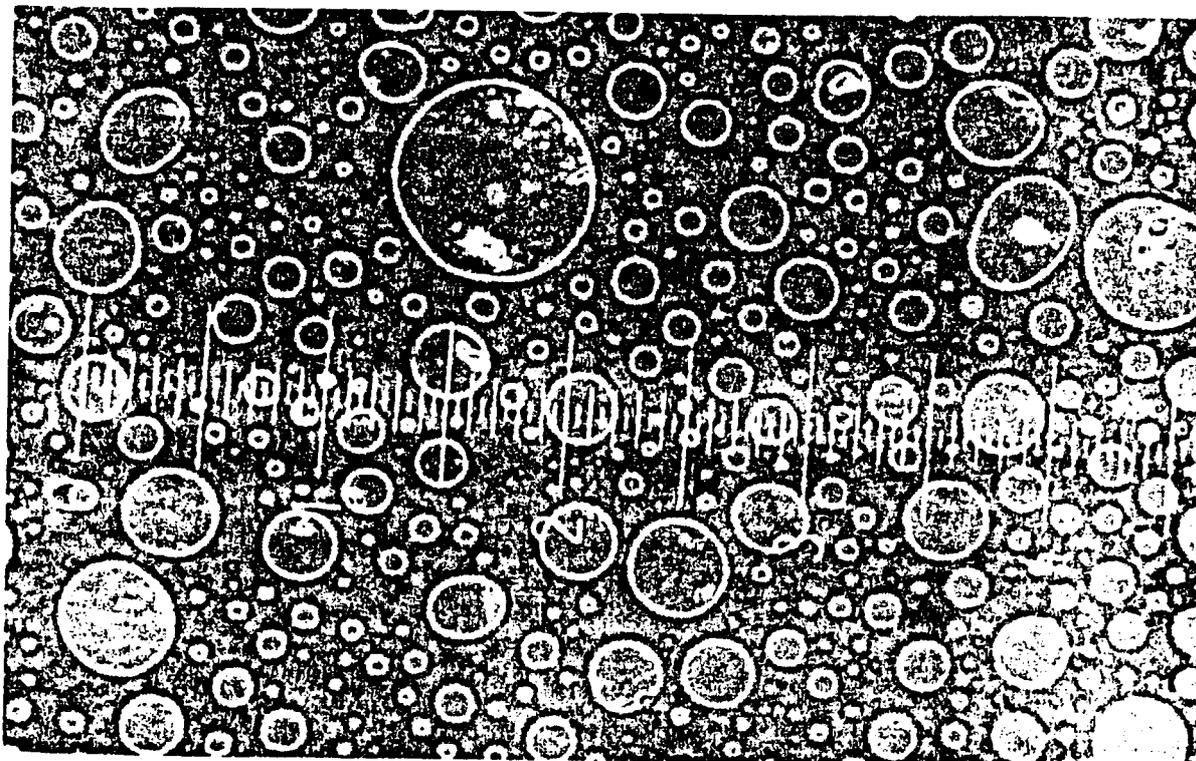


Figura 2 - Dispersão de bolhas de ar em "marshmallow", em escala onde a maior divisão é igual a 1cm.

(fonte : DIGNAM,1972)

2.3. Efeito dos ingredientes nas características dos marshmallows

2.3.1. Efeito dos Açúcares

A sacarose é um dos principais carboidratos utilizados em confeitaria. É possível produzir marshmallow utilizando apenas sacarose na formulação, porém resultaria em produtos com curta vida-de-prateleira, apresentando grande tendência a uma textura defeituosa, arenosa, devido a cristalização da sacarose. O nível de sacarose deve ficar abaixo de 75% em relação aos açúcares totais em confeitos, para ser evitado sua cristalização (LEES & JACKSON,1973). A sacarose estaria em estado de supersaturação, uma vez que o teor de sólidos finais do marshmallow é de aproximadamente 74% à 80%. Parte da sacarose deve ser substituído por açúcares que aumentem a solubilidade desta, mantendo a concentração final, sem formação de cristais. Industrialmente se utiliza uma substituição parcial de cerca de 30% de sacarose por açúcar invertido ou xarope de glucose. O fato de aumentar a solubilidade é importante, pois permite manter a alta concentração de sólidos, ou seja, mantém a

baixa atividade de água, reduzindo assim a possibilidade de contaminação microbiológica.

O açúcar invertido pode ser obtido industrialmente por aquecimento da solução de sacarose com ácido clorídrico, seguido de resfriamento, neutralização e filtração (LEES & JACKSON, 1973). O produto resultante contém igual proporção de dextrose e frutose. Além da produção por hidrólise ácida, pode-se também ser obtido por hidrólise enzimática que resulta num produto de melhor cor (GROSSO, 1972). Considerando a doçura da sacarose como 100, o poder adoçante do xarope com 66% de inversão é de 103 e do xarope com mais de 95% de inversão é 105 (CÂNDIDO & CAMPOS, 1995).

O açúcar invertido reúne a elevada solubilidade da frutose e a difícil cristalização da glucose. Por apresentar peso molecular menor, é menos viscoso do que a sacarose líquida na mesma concentração e reduz a atividade de água de forma mais eficiente o que resulta em maior poder de retenção de água (CÂNDIDO & CAMPOS, 1995). É aplicado com vantagens em massas que tem que permanecer macias e pastosas como : frappé, caramelos macios, marshmallows, geléia , com o objetivo de evitar o endurecimento e ressecamento dos produtos (GROSSO, 1972).

O xarope de glucose é uma solução aquosa refinada de glucose, maltose e outros polímeros, obtido pela hidrólise parcial do amido. A mistura de sacarose e xarope de glucose é mais solúvel que a solução pura de sacarose, o que ajuda a manter a concentração de sólidos solúveis acima de 75%, reduzindo a atividade de água, facilitando a conservação de certos produtos açucarados, assim como o açúcar invertido. É um produto de alta viscosidade e menos doce que a sacarose. Sua doçura depende do grau de conversão (LEES & JACKSON, 1973).

É de extrema importância a aplicação adequada do tipo de xarope de glucose para garantir a qualidade do produto de confeitaria. Segundo GROSSO(1972), quando o D.E. dos produtos hidrolisados supera 28, estes são chamados de glucose líquida e podem ser classificados segundo o grau de conversão (hidrólise) da seguinte forma:

Baixa conversão:	D.E. entre 28 e 37
Média conversão:	D.E. entre 38 e 47
Intermediária conversão:	D.E. entre 48 e 57
Alta conversão:	D.E. entre 58 e 67

O xarope mais indicado para produção de "marshmallow " é o de alta conversão devido sua propriedade de manter melhor a umidade e de possuir menor viscosidade que os demais xaropes (FERREIRA & CARDOSO, 1995).

2.3.2. Efeito dos agentes aerantes

O agente aerante é um ingrediente de fundamental importância para a produção de um produto aerado como o marshmallow.

Segundo GROVES (1995), os agentes aerantes são substâncias capazes de ajudar a rápida formação de bolhas de ar, controlando o tamanho das bolhas, fazendo com que essas não coalesçam ou dissipem , ajudando na aeração do produto. Os agentes aerantes mais comuns são os materiais coloidais, que formam filmes elásticos ao redor das bolhas de ar estabilizando a espuma, o que é importante no preparo do marshmallow.

Ao fazer a escolha de um agente aerante ideal para se trabalhar com um determinado produto, deve-se levar em consideração a quantidade a ser utilizada e a textura obtida com este agente aerante.

A Tabela 2 apresenta os principais agentes aerantes, sua porcentagem de uso e as características de textura que oferecem nessas concentrações.

Tabela 2 - Concentração usual de agentes aerantes e textura característica conferida.

AGENTE AERANTE	%	TEXTURA
Albumina de ovo	1,0 - 1,5	Leve
Gelatina	2,0 - 5,0	Elástica
Goma arábica	20,0 - 30,0	Dura
Ágar	1,0 - 2,0	Leve
Alginatos	0,5 - 1,0	Dura
Proteína de soja	1,0 - 1,5	Leve
Lactoalbumina	1,0 - 1,5	Leve
Amido modificado	7,0 - 11,0	Elástica

fonte: (GROVES, 1995)

A textura leve e elástica é característica do "marshmallow" . Para este tipo de produto os agentes aerantes mais utilizados são : a albumina de ovo, a gelatina e combinações destas. Alguns agentes aerantes como ágar, proteína de soja e a lactoalbumina fornecem leveza ao produto, mas não a elasticidade que é característica marcante do produto. Já o amido modificado fornece a elasticidade, mas não a leveza, além de ser necessário uma concentração maior para obter a textura elástica. A gelatina além de fornecer ao produto em questão textura leve e elástica , promove boa aeração.

Segundo POPPE (1995), além da combinação tradicional de gelatina com albumina, estudos recentes relatam que pode-se combinar também gelatina com pectina , podendo ser utilizada em diversos produtos de confeitaria, como: gomas, pastilhas e marshmallows. Porém , para marshmallow, a gelatina ainda é o agente aerante mais empregado, pois além de ser um ótimo aerante é também gelificante, formador de filme e estabilizante, o que é de grande importância para se manter a forma e a identidade da peça (GARCIA,1995).

2.3.3. Gelatina

Segundo a F.D.A. (Food and Drug Administration - U.S.A.), a gelatina é definida como sendo: "o produto obtido da hidrólise ácida ou enzimática do colágeno, o principal componente protéico da pele, ossos e tecidos conectivos dos animais". Já os fabricantes europeus definem gelatina como: "uma proteína natural solúvel em água, obtida por hidrólise parcial do colágeno, a principal proteína componente dos tecidos conectivos do corpo dos animais" .

As principais propriedades da gelatina são: gelificação, estabilização, emulsificação, aeração e melhoria de textura (CÂNDIDO & CAMPOS,1995). A gelatina forma uma película em torno das bolhas de ar, mantendo-se dispersas na massa, o que confere ao produto a textura característica do "marshmallow ". A gelatina forma géis por resfriamento em ampla faixa de pH e os géis formados não sofrem sinérese. Formam géis termo-reversíveis que se convertem em solução quando a temperatura atinge 30 - 35 °C (GARCIA,1992).

Solubilidade e granulometria

A gelatina é uma proteína solúvel em água quente é relativamente insolúvel em água fria. Embora insolúvel em água fria, é solúvel a frio em líquidos como: leite, soluções de açúcar, ácidos diluídos (JOHNSTON, 1990).

Quando adicionados em água fria os grânulos de gelatina entumescem absorvem cerca de 5 à 10 vezes o seu peso em água (PRIEBBENOW, 1991). As características de absorção de água e entumescimento em água fria, são determinadas pela temperatura e/ou conteúdo de açúcar do meio (JOHNSTON, 1990). Aumentando a temperatura em cerca de 40°C, ocorre a dissolução dos grumos da gelatina formando uma solução, a qual quando resfriado forma um gel.

Uma propriedade da gelatina que deve ser sempre especificada para aplicação em produtos aerados é o seu perfil granulométrico, já que este influenciará

diretamente a homogeneização da mistura e, conseqüentemente, na qualidade do produto final. A gelatina pode ser apresentada em diversas granulometrias, desde um grânulo fino (14 a 30 mesh) até grânulos grossos (6 a 8 mesh). A granulometria da gelatina tem influência sobre a escolha do método de dissolução mais adequado, pois a capacidade de absorver água e dissolver são diferentes para cada tipo. A dissolução da gelatina é uma operação simples e alguns problemas como a formação de grumos, excesso de espuma ou até resíduo de gelatina podem ser facilmente evitados ou minimizados (PRIEBBENOW, 1991). Grânulos muito finos levarão a uma má homogeneização em alguns tipos de misturadores, onde a gelatina pode separar e permanecer aderida ao equipamento. Se grânulos grandes estiverem presentes na mistura, eles poderão permanecer sem dissolver, prejudicando a obtenção de uma boa gelificação no produto a ser consumido (REIS, 1984). Sempre deve-se adicionar gelatina à água à fim de evitar formação de grumos. A sua relação em peso com água é de grande importância para a escolha do mesh (GARCIA, 1995).

O tamanho dos grânulos de gelatina intumescido em água fria, dependem da concentração, do tamanho da partícula e do pH, sendo que o intumescimento máximo ocorre em valores próximos ao ponto isoelétrico (pI) da gelatina. A gelatina tipo A possui pI de 7,0 à 9,0 e gelatina tipo B pI de 4,8 à 5,2 (PRIEBBENOW, 1991).

Os grânulos finos (14 à 30 mesh) são mais fáceis de dissolver desde que a quantidade de água não seja limitada. Para produtos finais de baixo teor de umidade, o volume de água adicionada deve ser o mínimo possível. Neste caso partículas maiores (6 à 8 mesh) são mais indicadas (JOHNSTON, 1990).

Bloom da gelatina

A rigidez do gel pode ser controlada através do uso de gelatina de diferentes forças físicas ou de diferentes concentrações de gelatina na fase líquida.

O índice que mede a força do gel da gelatina é o "Bloom" e quanto maior o seu valor, mais firme será o gel formado quando comparado com uma gelatina de valor de Bloom mais baixo no mesmo nível de concentração .

De acordo com o método oficial a força do gel é determinada em géis preparados com 6,67% de gelatina, através do gelômetro com escalas em graus Bloom. As gelatinas comercializadas apresentam Bloom que varia entre 30 à 300g (JOHNSON & PETERSON, 1974). A concentração da gelatina influi na força do gel. Verificou-se que um gel com 12% de gelatina de 80^o Bloom, apresenta força equivalente à um gel com 6,67% de gelatina de 260^oBloom. Portanto, imprecisões de pesagem representam um efeito significativo sobre a firmeza do gel(KLETTNER, 1992). Se uma gelatina de alto Bloom for utilizada, a concentração terá que ser reduzida ou reciprocamente o aumento de gelatina de baixo Bloom terá que ter a concentração aumentada para obter resultados compatíveis, pois o Bloom e a concentração afetam a rigidez do produto (TIEMSTRA, 1964a).

Para a produção de marshmallows do tipo extrudado, necessita-se de uma gelificação rápida, que permita que a massa aerada ao sair da extrusora mantenha o formato do produto sem deformações. Neste caso, uma gelatina de alto Bloom, com baixa viscosidade é a mais indicada, pois esta possui uma taxa de gelificação mais rápida (GARCIA, 1995; SONE, 1972).

Gelatinas de alta força de gelificação fornecem maior elasticidade e mastigabilidade. Em contrapartida, as de Bloom mais baixo normalmente produzem textura menos elástica. As gelatinas de baixo Bloom não aeram tão facilmente quanto as de alto Bloom e conseqüentemente sugere-se para a produção de marshmallows as gelatinas de alta força de gelificação. O seu nível na formulação varia desde 1,5 à 4% em marshmallows tradicionais. Na prática, o Bloom da gelatina será um fator importante na determinação da textura do produto final.

Em geral, ao trabalhar com gelatinas de baixo Bloom (< 150) indica-se usar uma combinação com outros estabilizantes, sendo que a gelatina funciona então como um estabilizador de espuma (POPPE, 1995).

Enfatizando as vantagens do uso de gelatina de alto Bloom para a produção de marshmallows, deve-se dar a atenção por este conferir uma maior capacidade de formar géis, permitindo a diminuição de quantidade de gelatina na formulação e como consequência uma menor contrapressão e temperatura de descarga durante o processo (GARCIA, 1992).

Todas estas peculiaridades tecnológicas da gelatina tem permitido a sua aplicação em vários segmentos da indústria de doces, tais como: gomas de gelatina e em produtos aerados (marshmallow, torrone, merengues, caramelos mastigáveis de leite e frutas, pastilhas e fondants) .

Para o caso específico de marshmallow de coberturas recomenda-se o uso de gelatina hidrolisada (sem Bloom), que substituem com inúmeras vantagens outras proteínas como: albumina e caseína (GARCIA, 1992).

pH

A gelatina forma gel em ampla faixa de pH (2 a 8), sendo que baixos valores de pH, prejudicam a rigidez do gel. Por outro, segundo POPPE (1995), a presença de ácido confere um efeito positivo na formação de gel : produtos contendo 1% de ácido são mais duros que produtos sem ácido, porém o efeito do ácido varia em função da concentração e temperatura de processo. Com o uso de altas temperaturas, acima de 80°C, há um risco de hidrólise da gelatina, podendo produzir produtos muito macios. Por outro lado, em temperaturas ao redor do ponto de gelificação (35°C-40°C), a presença de um ácido poderá facilitar a formação de gel (POPPE, 1995).

Viscosidade

A viscosidade varia com a concentração da gelatina, a temperatura e o pH. A gelatina fornece soluções com uma viscosidade entre 1,5 à 7,5 cPs, medidas de acordo com o tempo de fluxo para 6,67 por cento de solução de gelatina, determinadas em uma pipeta viscosimétrica à uma temperatura de 60°C.

A viscosidade é importante, porque está relacionada com a força do gel a temperaturas superiores à 10°C. A taxa de perda da viscosidade, pode ser influenciada pelo tipo de ácido presente no alimento sendo que o mais comum é o ácido cítrico, o qual pode causar degradação dependendo da concentração (JOHNSTON, 1990).

A gelatina de baixa viscosidade é vantajosa em produtos altamente concentrados como confeitos, pois as de alta viscosidade formam filamentos e grudam, sendo assim desvantajoso o seu uso (PRIEBBENOW, 1990). Nem todas as gelatinas tem a mesma habilidade em produzir o mesmo grau de "overrun" (incorporação de ar) (TIEMSTRA, 1964 a,b). A incorporação de ar varia em função da concentração da gelatina. Uma outra vantagem de uma gelatina de baixa viscosidade é que ela promove grande aeração em calda de marshmallows. Soluções altamente viscosas não promovem uma boa aeração (TIEMSTRA, 1964a).

2.4. Outros ingredientes

2.4.1. Gordura vegetal hidrogenada

As gorduras são matérias-primas mais sensíveis na fabricação de confeitaria. A gordura tem várias funções em confeitaria como: melhorar a textura, a plasticidade, a maquinabilidade e reduzir a pegajosidade em: equipamentos, embalagens e nos dentes (FERREIRA & CARDOSO, 1995).

Na formulação de marshmallow é comum o uso de gordura vegetal hidrogenada à fim de conferir maciez, prevenir a cristalização, fornecer textura macia e melhorar o

corte (GARCIA, 1995). Por outro lado, segundo GROVES (1995), deve-se evitar o uso de gordura vegetal hidrogenada em marshmallows devido ao seu efeito na tensão superficial do xarope, afetando o nível de aeração desejado.

2.4.2. Amido

O objetivo do amido é auxiliar a secagem, servir como suporte para propiciar uma forma determinada do marshmallow e promover a formação de uma capa externa a qual facilita a manipulação impedindo que os doces grudem uns nos outros e ao toque das mãos. A umidade do amido não deverá ultrapassar de 6 à 7% (GROSSO, 1972).

2.4.3. Corantes e aromas artificiais

Atualmente os produtos tipo marshmallow existentes no mercado, são coloridos e aromatizados artificialmente. O nível de uso de corante e tipos aplicáveis na composição da cor são variáveis em função da tonalidade escolhida de acordo com a legislação vigente no país. A quantidade de corante a ser utilizado deve ser ao redor de 0,1% à 0,2% sobre a quantidade total à preparar. O nível do uso de aroma é variável em função do tipo (natural, artificial ou mistura de ambos) e fabricante. Normalmente se usa ao redor de 1% a 2% sobre o peso da mistura. O aroma frutal deve estar em concordância com a coloração do produto. Em marshmallows brancos, a baunilha é o produto mais utilizado (GARCIA,1995).

2.5. Características físicas do marshmallow

O marshmallow tem tido uma boa aceitação do público, devido à sua delicadeza, sendo um produto leve, macio, tenro e com sabor suave. Por outro lado, este mesmo doce pode apresentar-se duro, borrachento ou pesado , extremamente úmido, deformado e grudento. O sucesso do marshmallow está nas características físicas e mais especificamente no seu comportamento reológico (TIEMSTRA, 1964 b).

2.5.1 Textura

A textura é um dos principais atributos da qualidade dos alimentos (BOURNE, 1966 e SILVA, 1976). Porém, é muito difícil uma definição exata do que ela representa, o que se pode dizer com certeza é que consiste de um grupo de propriedades físicas, visuais e estruturais do alimento e por este motivo, não pode ser analisada isoladamente (BOURNE, 1982).

Do ponto de vista técnico, textura é a soma das sensações cinestésicas derivadas da degustação de um alimento, englobando as sensações percebidas na cavidade bucal, as propriedades mastigatórias, residuais e acústica ou ainda, é a reação do alimento frente à aplicação de forças (CAMPOS, 1989). A percepção da textura depende da deformação resultante da aplicação de força e/ou propriedades de superfície como aspereza, maciez ou aderência, estimadas pelos sentido do tato (MORI, 1989).

2.5.1.1. Avaliação instrumental e sensorial da textura de " marshmallows ".

Apesar da textura ser uma propriedade sensorial, oportunamente sua medida é realizada por métodos físicos (KRAMER, 1973). Um grande número de aparelhos tem sido desenvolvido e os fatores considerados para sua escolha são: finalidade de uso, medidas realizáveis, condições, precisão, custo, "design" e disponibilidade (SILVA, 1976).

Os instrumentos podem ser utilizados para realizar uma grande variedade de testes de textura tendo alcançado considerável populariedade devido a sua versatilidade, flexibilidade e precisão, além de fornecer como resultado, o registro das curvas força-tempo e permitir obter vários parâmetros de textura em uma só medida (DAMÁSIO, 1990).

Segundo BOURNE (1982), o texturômetro simula as movimentações da mastigação através de dispositivos mecânicos. Existem vários tipos de aparelhos,

sendo que alguns como o texturômetro TA.XTA 2 ,apresentam a análise de perfil de textura (ATP).

Atributos de textura como : firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade, maciez ou dureza, mastigabilidade, são determinados através da análise de perfil de textura (APT), utilizando-se Painel Sensorial e texturômetro com diferentes dispositivos (WILLIAN et alii, 1971).

O método do perfil de textura sensorial foi definido por BRANT et alii citado por MORI (1989) como "análise organoléptica da complexa textura de um alimento, em termos de suas características mecânicas, geométricas, gordura e umidade; a intensidade e ordem em que são percebidas desde a primeira mordida até a completa mastigação". Outros importantes métodos utilizados para avaliar sensorialmente a textura são a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Análise de Perfil de Textura (ATP), sendo que o último usa termos descritivos definidos e as escalas de referência já definidas para treinar os provadores quanto a intensidade de cada atributo, enquanto a ADQ, trabalha com a terminologia desenvolvida pelo próprio provador (DAMÁSIO & SILVA,1994).

2.5.1.2. Correlação entre medidas sensoriais e instrumentais da textura de marshmallow

Como os alimentos são materiais complexos em relação à estrutura e reologia, é grande a dificuldade de relacionar a teoria com observações experimentais, assim é preciso correlacionar as medidas instrumentais com avaliação sensorial (CAMPOS, 1989 e ABBOT, 1973). Caso a correlação não seja igual ou maior a 0,90 , o teste instrumental não traduz a avaliação realizada (CAMPOS, 1989). Estas correlações podem ser melhoradas através de refinamento nos aparelhos, cuidados com a amostra e com as condições de teste por exemplo, os testes mecânicos, geralmente são destrutivos, ou seja, a força aplicada na amostra excede a força do alimento o qual se desintegra, aumentando o custo da análise, isto faz com que alguns testes não destrutivos sejam feitos, contudo, quando correlacionados com análise sensorial

apresentam resultados inferiores, porque nesta o produto também é destruído (KRAMER & SZCZESNIAK, 1973).

A vantagem de se fazer uma correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais é que não seria necessário um painel de provadores ao se analisar a textura dos marshmallows, o que diminuiria o custo, tempo e o trabalho da análise.

2.5.1.3. Elasticidade

Dentro dos diversos atributos que podem caracterizar a textura, a elasticidade é a característica principal de textura do marshmallow (GARCIA,1995, TIEMSTRA,1964b). A literatura cita alguns trabalhos com relação à elasticidade.

O termo "elástico" se refere à capacidade do alimento de retornar ao estado original depois de se sujeitar à deformação. Para alguns alimentos a classificação entre elástico ou não-elástico não é suficiente para caracterizar o produto, estes devem ser avaliados quanto ao grau de elasticidade, definindo desta forma elasticidades intermediárias (KALENTUC et alii, 1991).

Sabe-se que "um corpo é perfeitamente elástico se a deformação ou tensão ocorre instantaneamente com a aplicação de uma força e esta deformação desaparece quando a força é removida ". A recuperação é um aspecto importante da elasticidade. Um material verdadeiramente elástico terá completa recuperação. Segundo TIEMSTRA (1964b), as deformações em materiais plásticos causadas por cargas leves irão ter recuperação completa após a liberação da força aplicada, enquanto que por cargas mais pesadas a recuperação não é completa.

O grau de elasticidade tem sido estudo e definido pela razão entre deformação recuperável e o total de compressão (KALETUNC et alii,1991) . O problema com esta definição é que tecnicamente muitas vezes é difícil determinar exatamente a deformação recuperável. Esse problema ainda se combina com a viscoelasticidade do alimento, nos quais a recuperação é retardada, mesmo introduzindo o elemento tempo

na determinação. Um outro caminho para diminuir a dificuldade da determinação da deformação recuperável e reduzir o erro devido a deformação retardada é definir o grau de elasticidade em termos da razão entre recuperável e o trabalho total (OLKKU & SHERMAN, 1979).

KALETUNC et alii (1991) e KALETUNC et alii (1992), submetendo amostras a diversos ciclos de compressão e verificaram que o marshmallow é um produto que apresenta alta elasticidade, com um trabalho recuperável de 60% a 80%, quando comparado com queijo que apresenta um trabalho recuperável de 20% a 25%. Os autores concluíram que a porcentagem de trabalho recuperável sob sucessivos ciclos de compressão-descompressão, pode servir como indicador da elasticidade em alimentos. A força de relaxação no caso do marshmallow é baixa, porque é influenciada pela presença de bolhas, a velocidade da relaxação é rápida também devido á presença das bolhas. A elasticidade do marshmallow aumenta com o envelhecimento dentro de 24 horas e então alcança o equilíbrio (SONE,1972). WILLIAN et alii (1971), cita um teste físico para a determinação da elasticidade, utilizando Instron . O dispositivo utilizado para a APT é mostrado na Figura 3.

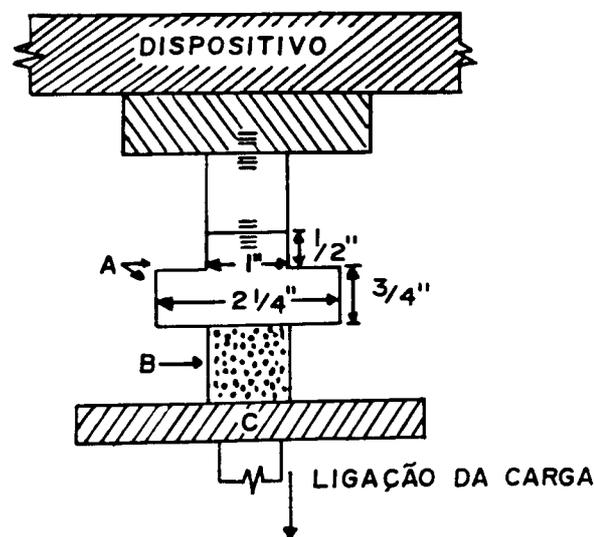


Figura 3- Dispositivo utilizado para Análise de Perfil de Textura (APT).

(fonte : WILLIAN, et alii 1971)

Nestes testes foram realizados 2 ciclos de compressão-descompressão, a uma velocidade da cabeça (dispositivo) de 0,5 polegadas por minuto, com um total de deformação de 0,25 polegadas. Uma curva típica força-distância de textura, obtida nos testes está apresentada na Figura 4.

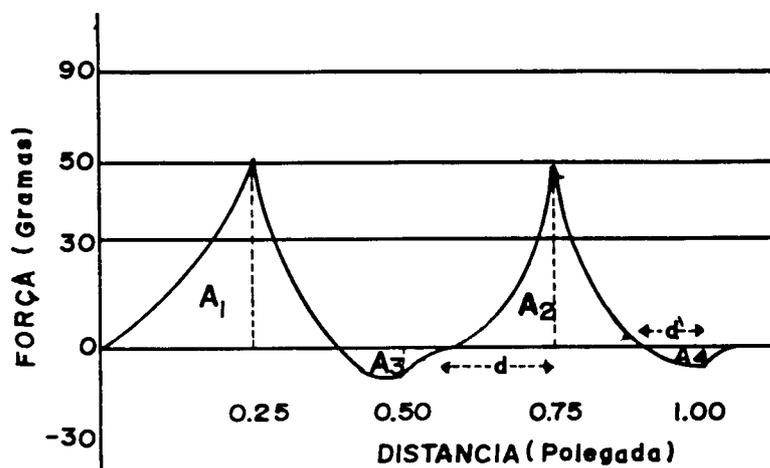


Figura 4 - Curva típica de força-distância obtida na análise de perfil de textura (APT).

(fonte: WILLIAN et alii,1971)

A altura do primeiro pico é a força de resistência da compressão de 0,25pol. em deformação, isso é referente ao atributo firmeza. A distância d na segunda compressão e o pico 2 formado é a medida da elasticidade recuperável. A área A_2 representa o trabalho realizado durante a segunda compressão e a área A_1 é o trabalho de compressão na primeira compressão. A razão entre A_2/A_1 representa a coesividade do material sob compressão. Ao multiplicar a dureza pela coesividade, obtem-se a gomosidade. Na Tabela 3 são mostrados os dados de testes físicos realizados em marshmallows (WILLIANet alii,1971).

Tabela 3 - Comportamento reológico de " marshmallow ".

Medidas	Médias	Médias mais altas	Coefficiente de Variação
Elasticidade sob compressão	0.228	1.84	5,7%
Coabilidade sob compressão	0.676	1.18	8,3%
Mastigabilidade	7.03	22.1	23,9%
Gomosidade	37.3	97.4	20,5%
Firmeza sob tensão	13.3	47.2	31,3%
Elasticidade sob tensão	0.170	0.264	7,1%
Gomosidade sob tensão	10.8	45.2	37,1%

fonte : (WILLIAN et alii, 1971).

2.5.2 Densidade e " Overrun "

A densidade é a massa de um volume específico de um material à temperatura específica. Quando a incorporação de ar aumenta, a densidade diminui (GROVES, 1995). A medida que o tempo de batimento aumenta, ocorre diminuição da densidade aparente do material e aumento de sua viscosidade e da superfície interfacial (GROSSO, 1972).

Durante o batimento da calda de marshmallow, ocorre uma crescente incorporação de ar, até o ponto máximo, que indica o fim do processo de batimento, o

qual é determinado pela densidade final da espuma. A capacidade de incorporação de ar de uma calda de marshmallow varia diretamente com os tipos e concentração de açúcares presentes, concentração de gelatina, conteúdo de sólidos e viscosidade da calda. As condições do processo de batimento como: tempo, temperatura, velocidade e tipo de equipamento afetam significativamente a densidade do produto final (TIEMSTRA, 1964a,b ; LEES, 1991a).

O controle industrial da densidade é usualmente através da pesagem da espuma em um recipiente plástico geralmente de 2000cm³, que de acordo com TIEMSTRA (1964) e GROVES (1995) esta é uma medida industrial de aeração simples, rápida e precisa.

GARCIA (1995), destaca que os diferentes tipos de marshmallows podem então ser classificados de acordo com a sua densidade:

- Marshmallow depositado	: 0,40 - 0,50 g/cm ³
- Marshmallow extrudado	: 0,25 - 0,35 g/cm ³
- Marshmallow "Arenoso" (Grained)	: 0,50 - 0,70 g/cm ³

Um termo técnico bastante utilizado para designar o nível de incorporação de ar em espumas é o " overrun ", que é definido como a relação entre o volume final da espuma no final do batimento e o volume inicial da calda correspondente. Na indústria é fundamental, por questão de qualidade operacionais e custos, controlar o "overrun" durante o processo de batimento.

A capacidade de incorporação de ar de um xarope de marshmallow varia diretamente com a sua viscosidade, concentração e tipo de açúcares, concentração de agente aerante (gelatina) e conteúdo de sólidos (TIEMSTRA, 1964a). Estudos realizados por TIEMSTRA(1964a) demonstram que marshmallows possuem "overrun " de 1,5 a 4,5 ou seja 50% a 350% de incorporação de ar em relação ao volume original.

2.5.3 Viscosidade aparente

A viscosidade da calda é influenciada pela composição e concentrações de açúcares, concentração de gelatina e nível de umidade. Xarope de marshmallow de baixa viscosidade resultam em melhor incorporação de ar, melhor batimento e melhor textura(TIEMSTRA, 1964a,b). A composição do açúcar na fórmula, tem grande influência na viscosidade do produto. É importante controlar a viscosidade final da espuma. No caso de marshmallow pingado em moldes, espumas altamente viscosas dificultam a saída da massa aerado dos bicos para serem extrudadas, resultando em prolongamentos indesejáveis do produto, espécie de "cauda ", e não preenchem adequadamente os moldes, resultando em produtos de aparência desagradável, devido a pouca definição da forma do molde (TIEMSTRA,1964a,b; GARCIA, 1995).

TIEMSTRA (1964a,b) estudou a viscosidade da calda de marshmallow em relação ao tipo de açúcar e ao nível de "overrun ". Neste caso dois sistemas de açúcares foram estudados, um utilizando sacarose e xarope de milho (43 DE) e o outro substituindo o xarope de milho regular por de alta conversão (64 DE) (TIEMSTRA, 1964a). A Figura 5 mostra o efeito da viscosidade sobre o "overrun ".

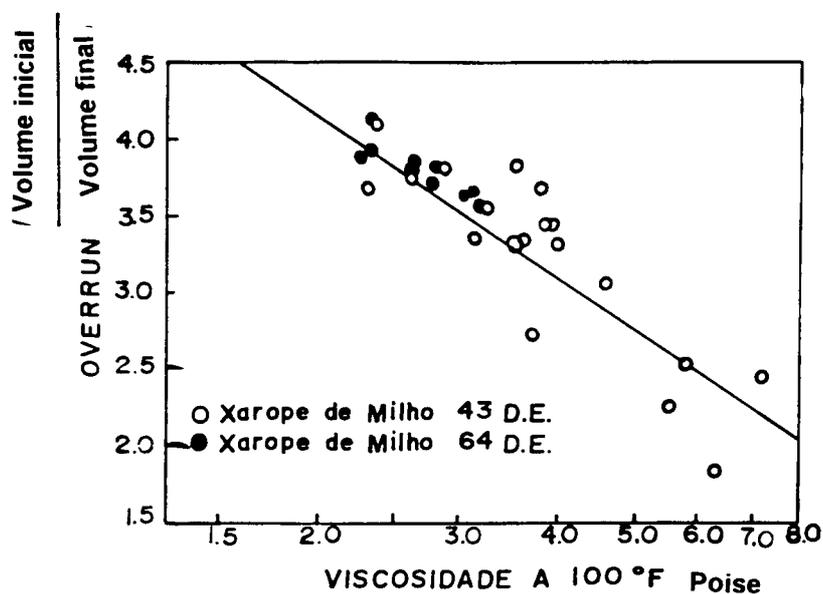


Figura 5 - " Overrun " em função da viscosidade da calda de marshmallow.
(fonte : TIEMSTRA, 1964a)

O gráfico indica que baixas viscosidades de 2.0 à 3.0 poise resultam em melhores propriedades de batimento, com um "overrun" de em média 4,0 à 4,5 . Além disso, pode ser visto que os sistemas de xarope de milho de alta conversão tem menor viscosidade e conseqüentemente propiciam melhor aeração (TIEMSTRA, 1964a). Já os xaropes de D.E. mais baixo são mais viscosos e proporcionam menor aeração quando comparados com xaropes de maior D.E.

TIEMSTRA (1964a) observou que com o aumento da concentração de sólidos que podem chegar em marshmallow à 80,9%, ocorre um aumento de viscosidade de 6.0 a 7.0 poise à uma temperatura de 38^oC. A uma temperatura de 45^oC obtinha-se uma concentração de 72,6% de sólidos solúveis, com viscosidade de 2.0 a 3.0 poise.

2.5.4 Umidade

A umidade final definida para marshmallow irá afetar o processo de manufatura, a vida de prateleira e característica de textura (TIEMSTRA, 1964c,d).

A porcentagem de umidade encontrada em marshmallows é de 15 - 25% (GROSSO, 1972). Com a necessidade de se aumentar a vida-de-prateleira, aumentou o interesse em formulações com níveis baixos de umidade, para evitar o crescimento de microorganismos e deterioração do produto(TIEMSTRA, 1964c,d).

CAKEBREAD (1976) estudou a atividade de água e quantidade de umidade em marshmallows, observando que com uma porcentagem entre 20%- 26% de umidade na formulação, a atividade de água ficava na faixa de 0,75 à 0,85.

Quando o conteúdo de sólidos do xarope aumenta, há um acréscimo de viscosidade, consumo de energia e da temperatura ótima de batimento.

A maior parte das matérias-primas açúcaradas são altamente higroscópicas, controlar a umidade significa assegurar a conservação e controlar a textura de marshmallows. O ar sempre contém uma determinada quantidade de água no estado



de vapor, por este motivo deve-se proteger um confeito do contato com o ar (GROSSO, 1972).

Muitos dos agentes aerantes utilizados para produção de marshmallows não são facilmente hidratados, necessitando de uma quantidade razoável de água para hidratar adequadamente. Esta água adicionada irá influenciar na umidade final do produto, pois o agente aerante é adicionado após a concentração da calda. Ao se fazer a escolha do agente aerante deve-se levar em consideração o tempo mínimo e a quantidade mínima de água requerida para hidratação (GROVES, 1995). A Tabela 4 mostra os agentes aerantes mais utilizados na produção de marshmallow e as quantidades de água e tempos necessários para sua hidratação.

Tabela 4 - Agentes aerantes possíveis de serem utilizados em marshmallows com as quantidades mínimas de água e o tempo mínimo para hidratação.

Agente Aerante	Mínima Quant. de Água	Tempo Mínimo em Minutos
Albumina	1 : 1,0	30
Gelatina	1 : 1,5	30
Goma Arábica	1 : 1,3	45
Amido	1 : 3,0	Após gelatinização sob aquecimento
Ágar	1 : 30,0	Após gelatinização sob aquecimento
Alginato	1 : 99,0	30

fonte:(GROVES, 1995)

2.6. Processamento industrial do marshmallow.

Os métodos usados para aeração em indústria de confeitaria podem ser divididos em métodos químicos de aeração e métodos mecânicos de aeração. Para a produção de marshmallow, o método mais utilizado é o método mecânico de aeração (JEFFERY,1972). No método de aeração, o ar pode ser incorporado ao xarope de

açúcar por batimento mecânico sob pressão normal ou sob alta pressão. O processo de batimento pode ser contínuo ou descontínuo (GROSSO,1972).

2.6.1. Processo descontínuo de batimento

Os marshmallows podem ser manufaturados de modo descontínuo usando bateadeiras tipo horizontal sob pressão atmosférica.

Para a produção de marshmallow em pequena escala, utiliza-se um processo de batimento descontínuo, à pressão normal em bateadeira planetária do tipo " HOBART ", com controle de velocidade de rotação. No caso, o produto pode ser pingado ou extrudado em moldes de amido ou depositados em bandejas lubrificadas e finalmente submetido à secagem natural ou em estufa (MANSVELT,1972).

As bateadeiras planetárias do tipo HOBART constam de um recipiente dentro do qual gira um batedor o qual pode ser de diversos tamanhos e é chamado de globo de arame. É o mais indicado para produtos aerados de baixa densidade. O globo de arame permite uma máxima incorporação de ar em tempos menores (GROSSO,1972).

As bateadeiras horizontais utilizadas na fabricação de marshmallow, possuem um recipiente de forma cilíndrica em posição horizontal dentro do qual se encontra um eixo com espátulas móveis que batem a massa. Estes equipamentos são geralmente providos de uma camisa para regular a temperatura do xarope à ser batido, muito útil quando se usa gelatina, a qual deve ser mantida com uma certa temperatura durante toda operação. Em todos esse casos, se trata de batimento efetuado à pressão ambiente. Estes processos vem sendo largamente substituídos pelos homogenizadores contínuos que trabalham com alta pressão.

As vantagens de um processo contínuo de aeração sobre um processo aberto, resume-se no fato de que pode-se controlar mais facilmente todas as variáveis, obtendo-se um produto final de qualidade uniforme tanto em textura quanto em estrutura (GARCIA,1995).

2.6.2. Processo contínuo de batimento

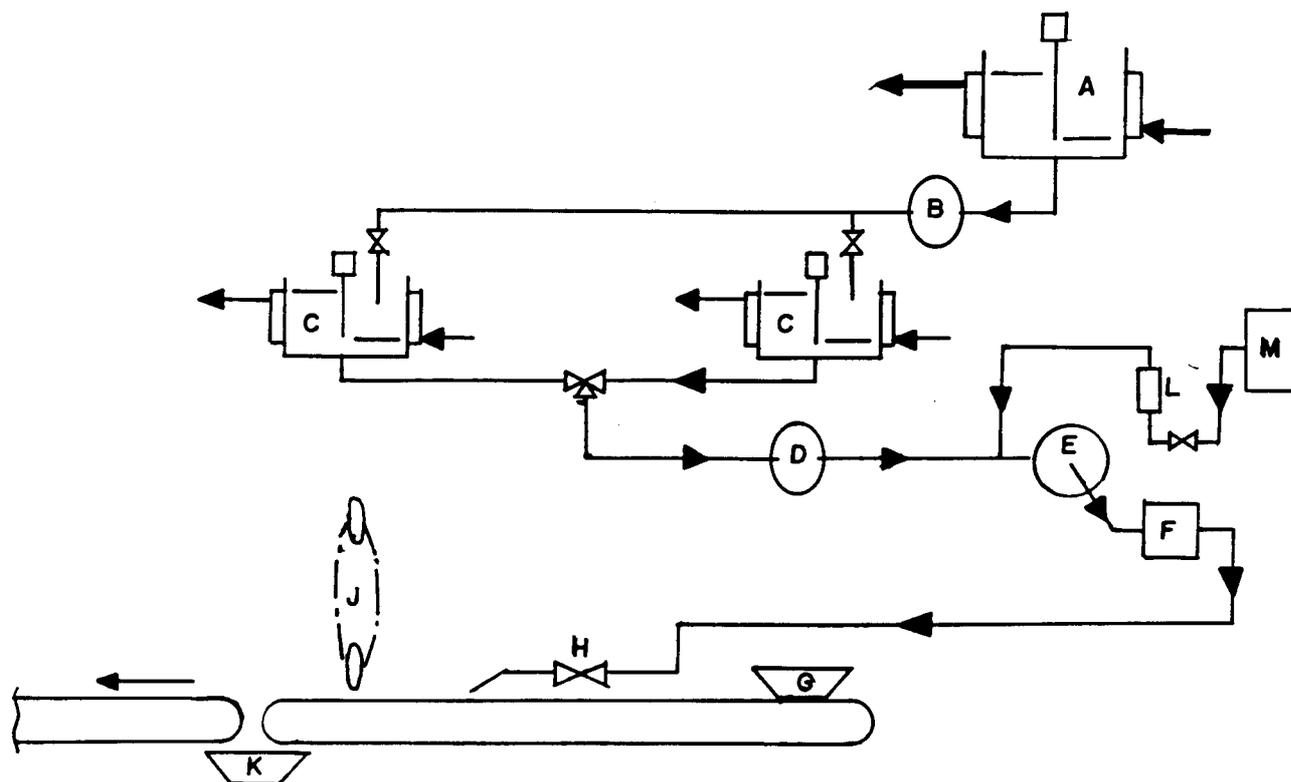
O processo de batimento contínuo utiliza uma bateadeira de pressão a qual consta de um recipiente com tampa de segurança para onde é bombeada a mistura para ser batida. No interior deste recipiente, existe um compressor e instrumentos que indicam a pressão e também um marcador de tempo para fixar a duração do processo de batimento. O batimento sob alta pressão em processo contínuo é ideal para grandes produções, sendo que o equipamento mais utilizado é o homogenizador contínuo " OAKES " (JEFFERY,1972).

Para atingir o mesmo nível de aeração o processo de batimento sob pressão gasta 1/5 a 1/10 do tempo utilizado no processo a pressão normal (LEES,1991a). Em termos gerais, pode-se dizer que o tipo de bateadeira a ser utilizada é determinada pelo volume de produção diária do produto. As bateadeiras planetárias permitem uma produção de 500 litros de aerado por dia, as bateadeira sob pressão do tipo MORTON podem chegar a produzir 2.000 litros em 8 horas de trabalho, enquanto que para maiores quantidades o misturador contínuo OAKES produz até 7.000 litros no mesmo tempo (GROSSO,1972).

A Figura 6 ilustra um processo contínuo industrial de marshmallow extrudado.

Para a produção de marshmallow podem ser adotados dois métodos para dissolução de gelatina: intumescimento em água fria com posterior dissolução à quente (método clássico) ou dissolução direta em água quente.

A escolha do método é definida de acordo com equipamentos disponíveis e o tipo de processo contínuo ou descontínuo. Também é função da viscosidade do xarope de açúcares, da temperatura e da relação água e gelatina (GARCIA, 1995). Normalmente o método clássico é o mais utilizado devido à economia de energia, uso de equipamentos mais simples e fácil manuseio.



- A - Tanque de preparação da gelatina
- B - Bomba para a gelatina
- C - Tanque de preparação da calda
- D - Bomba
- E - Batedor automático
- F - Trocador de superfície raspada
- G - Aspersor de amido
- H - Extrusor de várias cabeças
- J - Guilhotina rotatória
- K - Recuperador de amido
- L - Medidor de fluxo
- M - Compressor de ar

Figura 6 - Processo industrial contínuo de marshmallow extrudado.
(fonte : LEES & JACKSON,1973)

Depois de dissolvida, a gelatina é misturada à calda de açúcares e batida até densidade desejada. A mistura de açúcares pode ser preparada por aquecimento em tacho encamisado com vapor até a porcentagem total de sólidos desejados. O

resfriamento da calda pode ser feito em câmara de flash antes de ser misturada à solução de gelatina. A mistura de gelatina com os açúcares passa para um sistema aerador onde o ar à altas pressões é batido com a massa. A massa aerada do marshmallow passa através de um trocador de calor de superfície raspada quando a mistura é continuamente resfriada.

Esta massa é então extrudada e a tira resultante prossegue em uma cinta transportadora sendo resfriada, cortada em pedaços por uma guilhotina e recoberta com amido. Estes marshmallows seguem para um tambor rotativo que remove o excesso de amido e então são embalados (GARCIA, 1995).

2.6.3. Processo de moldagem em formas de amido

O processo tradicional de moldagem dos marshmallows em indústria é feito pelo processo " MOGUL " onde a massa aerada de marshmallow é extrusada ou pingada em moldes de amido , o qual promove forma ao produto e seca a superfície do mesmo, com objetivo deste poder ser manuseado (JEFFERY,1972).

2.7. Efeito das condições de processo nas características físico-químicas do marshmallow.

Os fatores que afetam a gelificação do marshmallow são: temperatura, "overrun", quantidade de gelatina , umidade e as condições de processo (SONE,1972). As condições de processo do marshmallow que podem afetar as suas características físico-químicas são : tempo e velocidade de batimento da calda além da temperatura de batimento.

2.7.1. Tempo e Velocidade de batimento da calda

GROSSO (1972), estudou (Figura 7) o efeito do tempo de batimento de 0 a 8 minutos no "overrun" de caldas de sacarose com acetilmetilcelulose (1), derivado de leite (2), proteína de soja (3), albumina (4) e hyfoama (5). O autor verificou que a curva de aeração e o "overrun" máximo variou significativamente conforme o agente de aeração. Verificou também que para o hyfoama (5), proteína de soja (3) e albumina (4), diferentemente das demais, havia um tempo ideal de batimento, após o qual ocorria um decréscimo de "overrun".

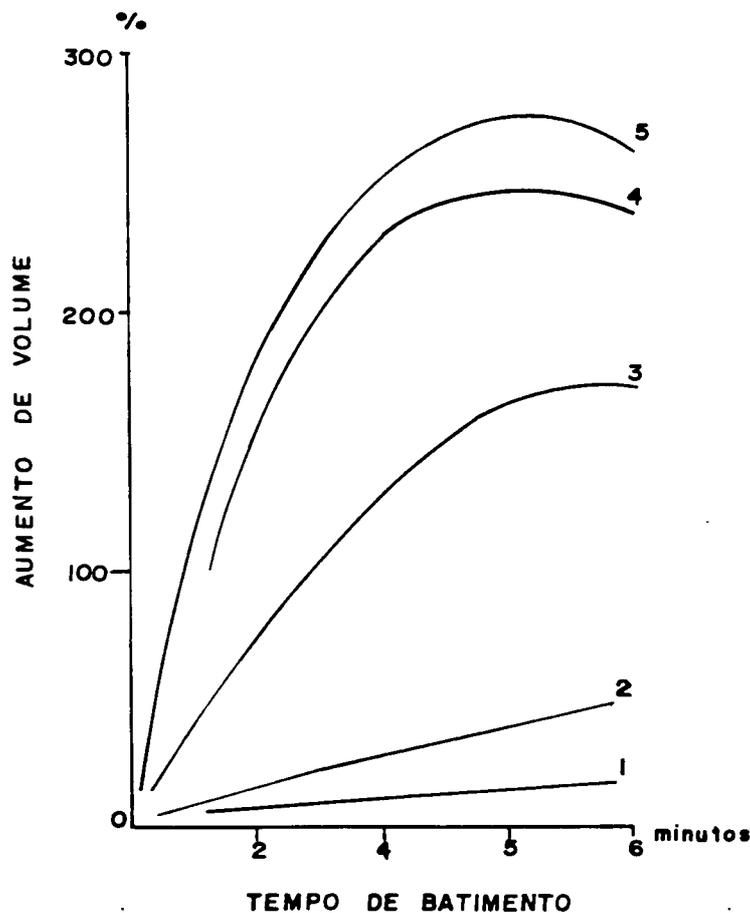


Figura 7 - Variação de "overrun" em função do agente aerante e do tempo de processo de batimento da calda.

(fonte: GROSSO,1972)

2.7.2. Temperatura de batimento da calda

A temperatura está diretamente ligada a viscosidade da calda de marshmallow. Deve-se escolher a temperatura de batimento que promova o maior nível de aeração da calda. Temperaturas acima de 80°C provocam hidrólise da gelatina, com consequente perda de "overrun". A temperatura de gelificação da gelatina está ao redor de 35°C - 40°C (POPPE,1995). Em temperaturas mais baixas, ocorre a gelificação do produto, impedindo a sua aeração (TIEMSTRA, 1964a,b).

TIEMSTRA (1964a,b), estudou a temperatura máxima de batimento e a porcentagem de sólidos na fórmula. Com o aumento dos sólidos, a temperatura máxima para o batimento máximo aumenta. Quando se trabalha com 82% de sólidos, a temperatura ideal está ao redor de 45°C (115°F) aproximadamente, enquanto que numa concentração de 76% de sólidos a temperatura indicada é de 38°C. Com isso, conclui-se que existe uma faixa de viscosidade ideal para o batimento do marshmallow. Quando a calda esta altamente concentrada, necessita-se de altas temperaturas e quando se tem uma viscosidade mais baixa, usa-se temperaturas menores para manter uma viscosidade padrão.

2.8. Alimentos para Fins Especiais

Existem termos aplicados a alimentos que necessitam ser bem definidos e esclarecidos. Um termo muito utilizado é o dietético. Apesar deste conceito estar definido em legislação federal desde 1967, novos produtos e ingredientes foram aparecendo no mercado, os quais exigiram uma regulamentação mais apropriada. Em 1995 foi publicada Portaria nº 41/95 da SVS /MS (Secretaria da Vigilância Sanitária Ministério da Saúde), alterada pela Portaria nº122/95, que estabelece normas técnicas de 24 de Novembro de 1995, aprovou as normas técnicas referentes a alimentos para fins especiais, que são definidos como: "alimentos especialmente formulados e/ou produzidos, adequados à utilização em dietas diferenciadas ou opcionais, nos quais se introduz quaisquer modificações no conteúdo de nutrientes".

Os alimentos para fins especiais foram divididos e classificados em várias categorias diferentes como:

(1) Edulcorantes de mesa;

(2) Alimentos preparados para grupos populacionais com requerimentos dietéticos pré-determinados como:

(2.1) Alimentos para lactentes e crianças da primeira infância;

(2.2) Alimentos para gestantes e nutrízes;

(2.3) Alimentos para idosos;

(2.4) Alimentos para atletas;

(3) Alimentos dietéticos;

(4) Alimentos modificados;

(5) Sucedâneos do sal

Os **alimentos dietéticos** são definidos como : "aqueles especialmente formulados e/ou produzidos de forma que sua composição atenda necessidades dietoterápicas específicas de pessoas com exigências físicas, metabólicas, fisiológicas e/ou patológicas particulares. Incluem as seguintes categorias : (a) alimentos para dietas com restrição de açúcares (mono e dissacarídeos); (b) restrição de sódio; (c) restrição de gordura; (d) restrição de colesterol; (e) restrição de aminoácidos; (f) dietas para controle de peso; (g) para dietas enterais.

Uma outra classificação dos alimentos para fins especiais são os **alimentos modificados**, os quais são definidos como : " aqueles aos quais se agregam, subtraem ou substituem (total ou parcialmente) um ou mais ingredientes em relação ao alimento convencional correspondente, de modo a se obter alimentos que cumpram com a finalidade a que se destinam" . Os alimentos modificados obedecem as seguintes categorias: (a) alimentos modificados em seu valor energético; (b) em sua composição glicídica; (c) em sua composição protéica; (d) em sua composição lipídica; (e) em sua composição mineral; (f) em sua composição de fibras; (g) alimentos com mais de uma das modificações anteriores. Esta categoria de alimentos devem atender aos atributos "baixo" e "reduzido" para o valor calórico e/ou açúcares.

Para o valor calórico ser considerado "reduzido", é necessário se ter uma redução de 25% do valor calórico total . O produto é considerado de "baixo" valor calórico se tiver no máximo 40Kcal/100g de produto pronto para consumo. Quanto aos açúcares, um produto será considerado de açúcar "reduzido", se este tiver uma redução mínima de 25% de açúcares . O produto é considerado com "baixo" teor de açúcar se este tiver uma diferença menor que 5g/100g do produto tradicional. Um produto considerado como alimento modificado "sem adição de açúcar" é aquele que não teve adição de açúcares (mono e dissacarídeos) durante a produção ou embalagem do produto e não contém ingredientes nos quais tenham sido adicionados açúcares. Seria interessante acrescentar uma advertência aos diabéticos , no que se refere aos produtos à base de frutas, como o caso de geléias. Embora estejam disponíveis no mercado produtos desta natureza "sem adição de açúcares", o produto pode apresentar valores expressivos de açúcares provenientes da matéria prima.

Quanto aos termos empregados nas rotulagens de produtos, o termo "**diet**" somente poderá ser utilizado para "alimentos dietéticos" os quais pela portaria 122/95 devem ser isentos de mono e dissacarídeos. O termo "**light**" poderá ser aplicado quando forem cumpridos os atributos "reduzido" ou "baixo".

A ABIAD (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos) propõe que o termo "**diet**" seja utilizado em alimentos que tenha o açúcar adicionado substituído por edulcorantes e/ou frutose e que tenha redução calórica de no mínimo 40% em relação ao seu similar convencional. Para o termo "**light**" inclui qualquer produto que apresente redução (em qualquer quantidade) de um dos itens principais de sua composição como: sal, gordura, açúcar. A comissão do Codex Alimentarius diferencia "**açúcar**", representando sacarose, de "**açúcares**", todos os mono e dissacarídeos presentes no alimento. O mesmo conceito foi adotado na legislação do MERCOSUL(Mercado Comum do Sul).

2.9. Substitutos da sacarose

CÂNDIDO & CAMPOS (1995), apresentaram um levantamento das indústrias de alimentos à nível internacional, comprometidas com a promoção de saúde e prevenção de doenças. Há interesse em desenvolverem tecnologias para produção de alimentos de baixa caloria, incluindo: bebidas, produtos cárneos, produtos lácteos, sobremesas, produtos com baixo teor de gordura, entre outros, mediante substituição da sacarose por edulcorantes e outros adoçantes, mantendo-se a qualidade e o equilíbrio nutricional dos alimentos, o que é de grande importância nos alimentos nos dias de hoje. No desenvolvimento destes produtos deve-se ter em conta que o substituto da gordura ou da sacarose deve desempenhar função equivalente, em termos funcionais e organolépticos.

Em decorrência desse desenvolvimento, de todos os novos produtos introduzidos em 1991 no Japão, Europa e Estados Unidos, 20% correspondiam à alimentos nutricionalmente modificados: 45% reduzido em calorias, 34% em gorduras, 13% em açúcares e 9% em sal. Um número muito grande de produtos dietéticos foram introduzidos nos Estados Unidos em 1987. De 7.866 novos produtos nutricionalmente modificados, 432 corresponderam a alimentos com calorias reduzidas, 159 com baixo teor de gorduras, 120 com redução de açúcares e 55 adicionados de fibras. Em 1992, cerca de 2.400 produtos destas categorias foram introduzidos no mercado norte americano. O crescimento deste mercado ocorreu principalmente devido a razões de saúde geral do que de dieta (CÂNDIDO & CAMPOS, 1995).

Uma pesquisa conduzida pelo Calorie Control Council (1994), revelou que de 1991 a 1993, onze milhões de norte-americanos adultos entraram no mercado consumidor de alimentos e bebidas com teor de gorduras e/ou calorias reduzidas. Isto significa que quatro em cada cinco norte americanos adultos incorporaram produtos **"light"** na sua alimentação diária. Os consumidores diários de produtos de baixa caloria ingerem em média cinco produtos isentos de sacarose por dia e os consumidores diários de produtos de teor de gordura reduzido, seis alimentos ou bebidas desta categoria por dia.

Os números que representam este mercado são promissores: nos Estados Unidos em 1992 houve um crescimento de 1,3% em relação a 1991 com 8.162 novos produtos, dos quais 31% foram realmente novos produtos e o restante foram variações de produtos existentes.

O segmento "**diet**" nos Estados Unidos movimentou em 1992, algo em torno de 1 bilhão de dolares, tendo como produtos mais consumidos os adoçantes. Os produtos com baixo teor de açúcar mais populares nos Estados Unidos são: 77% refrigerantes, 34% gomas, 28% pudins, gelatinas e sobremesas e 20% iogurtes. Naquele país o mercado de dietéticos corresponde a 50% do mercado total de alimentos, na Europa a 30% e no Brasil 0,5% (CÂNDIDO & CAMPOS, 1995).

Parâmetros de qualidade sensorial estabelecidos para um alimento convencional devem ser igualmente aplicados aos produtos especiais, sendo importante que o consumidor considere o alimento especial tão aceitável quanto o produto convencional (LINDLEY, 1983).

A substituição da sacarose em produtos de confeitaria é vantajosa, pois visa a obtenção de alimentos mais saudáveis e de boa qualidade. A sacarose pode ser substituída total ou parcialmente por edulcorantes e/ou adoçantes.

ANGELUCCI (1990) propôs as seguintes definições: **edulcorantes** são substâncias com sabor extremamente doce, não necessariamente açúcares ou polióis, embora possa contê-los como parte integrante de suas moléculas, não necessariamente energéticas, com poder edulcorante muito superior ao da sacarose. Para o autor, **adoçantes** são compostos de sabor doce como os açúcares, os derivados de açúcares e os polióis, quase sempre energéticos, tendo a sacarose como membro principal, cujo poder edulcorante é unitário.

Para o Codex Alimentarius e o CCE (Comissão das Comunidades Europeias) os substitutos da sacarose classificam-se em :

(1) Edulcorantes não-nutritivos (intensos) - são edulcorantes que fornecem doçura acentuada, não desempenham nenhuma outra função tecnológica no produto final, são pouco calóricos ou efetivamente não calóricos e são utilizados em quantidades muito pequenas como sacarina, ciclamato e acesulfame-K.

(2) Edulcorantes nutritivos (adoçantes de corpo) - é um edulcorante que promove a liberação de calorias, sendo considerado nutritivo ou calórico. Fornecem energia e textura aos alimentos, geralmente contém o mesmo valor calórico do açúcar e são utilizados em quantidades maiores, como frutose e polióis (sorbitol, maltitol, manitol).

2.9.1. Frutose

A frutose é um monossacarídeo, uma ceto-hexose redutora, possui um grupo cetona no C-2 e existe predominantemente na forma cíclica. A estrutura é um hemiacetal cíclico com a participação da hidroxila de C-5. Entretanto, como a carbonila cetônica da frutose está no C-2, o anel contém apenas 5 átomos. São mais solúveis em água que todos os outros açúcares. De acordo com HYVÖNEM & KOIVISTOINEN(1982) a frutose apresenta uma reação de escurecimento com amino ácido mais forte que a glucose. A Figura 8 ilustra a fórmula estrutural da frutose.

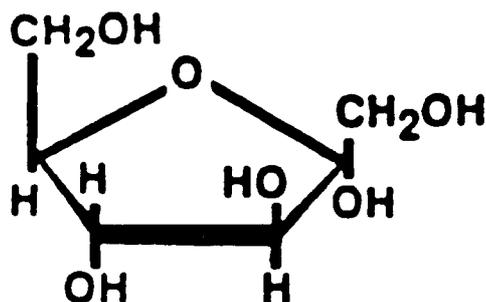


Figura 8 - Estrutura química da frutose

(fonte : DWIVEDI, 1986)

A frutose é obtida industrialmente por inversão da sacarose, pela ação enzimática ou hidrólise ácida seguido por oxidação enzimática do açúcar invertido produzindo ácido glucônico. O ácido glucônico pode ser removido na forma de sal insolúvel (gluconato de sódio), deixando a solução com frutose pura (CÂNDIDO & CAMPOS,1995; OSBERGER,1991; JOHNSON & PETERSON,1978). A partir da inversão da sacarose, também pode-se utilizar técnicas de troca iônica, seguida por separação de glucose e frutose por cromatografia (CÂNDIDO & CAMPOS,1995).

Suas soluções apresentam menor viscosidade que as correspondentes da sacarose. É indicada pela literatura médica como adequado para diabéticos. O tratamento dos diabéticos implica na redução de ingestão de carboidratos, os quais são assimilados rapidamente e se concentram em forma de açúcar como glicose. O uso de frutose em alimentos dietéticos se deve principalmente pela sua independência do metabolismo da insulina e por seu metabolismo ser mais lento que o da glucose no trato gastrointestinal o que previne o rápido aumento de açúcar no sangue (OSBERGER, 1991).

A frutose possui doçura mais intensa que a sacarose e glucose, porém por período de tempo curto. A doçura aumenta com decréscimo do pH (abaixo do neutro) (CÂNDIDO & CAMPOS,1995). Possui grau de doçura igual a 117 em relação a sacarose com valor 100. Muitos produtos com frutose foram considerados em relação à qualidade, superiores aos produtos com sacarose (GRENBY, 1983). O poder edulcorante elevado da frutose permite que seja consumida em menor quantidade que outros monossacarídeos, reduzindo o aporte calórico. A frutose é totalmente assimilada e seu valor calórico é de 4Kcal/g (CÂNDIDO & CAMPOS,1995).

A frutose inibe a cristalização, além de agir como agente umectante e intensifica sabor e aroma. A substituição da sacarose por frutose implica na utilização de menos quantidade de aromas no processamento pelo fato da frutose exaltar o sabor e aroma de outros ingredientes, especialmente de frutas e ácidos. A frutose também reduz a atividade de água, auxiliando no controle de contaminação microbiana (CÂNDIDO & CAMPOS,1995). É encontrada na forma de cristais solúveis em água, é higroscópica,

absorve umidade do ar, por isso deve ser devidamente embalada e armazenada (LEES & JACKSON, 1983).

Em função do seu custo variar entre cinco e dez vezes o da sacarose, é pouco consumida no Brasil. Tecnicamente, os usos em alimentos podem ser mais efetivos quando o produto é adoçado em conjunto com outras substâncias, incluindo a sacarose, sorbitol, manitol, xarope de maltitol, sacarina ou quando tem uma razão organoléptica, funcional ou dietética como substituto parcial ou total na formulação (OSBERGER,1991).

2.9.2. Sorbitol

O sorbitol é o poliol mais amplamente encontrado na natureza. É produzido industrialmente a partir da sacarose (açúcar invertido) ou do amido (xarope de glucose). O rendimento obtido através da hidrólise do amido seguida de hidrogenação catalítica da D-glucose é maior que por outros métodos. É comercializado na forma de xarope a 70% ou forma pura em pó (CÂNDIDO & CAMPOS,1995 ; HOUGH,1979). O sorbitol possui característica de ser espessante, edulcorante, inibidor de cristalização, estabilizante, umectante e condicionador de umidade. A fórmula estrutural do sorbitol pode ser observada na Figura 9.

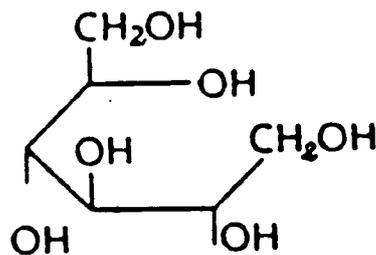


Figura 9 - Estrutura química do Sorbitol
(fonte : DWIVEDI,1986)

O sorbitol possui um poder adoçante moderado 0,5-0,6 do poder adoçante da sacarose em solução a 10% (GRENBY, 1983). Doces elaborados unicamente com sorbitol não podem ser armazenados por longo período devido sua elevada higroscopicidade. Possui características especiais de gosto, bom sinergismo com outras matérias-primas como: açúcares, agentes gelificantes, albumina e gorduras vegetais, não interferindo no aroma do produto (SICARD & LEROY, 1983).

Tem sido muito empregado como um nutriente aceitável para diabéticos, porque é vagarosamente absorvido após sua ingestão e não depende do metabolismo da insulina (SICARD & LEROY, 1983), porém, ocorre a sua quebra por bactérias intestinais que provocam um efeito laxativo quando quantidades excessivas são consumidas (SNODIN & DANIEL, 1983). Os efeitos gastrointestinais são de natureza transiente e cessam imediatamente após redução ou parada da ingestão do composto. Os sintomas gastrointestinais não são portanto, reflexo de um efeito tóxico, mas sim representam a consequência de ingestão de substratos fermentáveis que não são totalmente absorvidos .

Quando ingeridos em doses baixas, os polióis ou carboidratos não digeríveis ou de velocidade de ingestão lenta, possuem efeitos benéficos sobre as funções gastrointestinais, como por exemplo, uma produção mais regular do bolo intestinal em pessoas com constipação intestinal e uma menor formação de metabólitos nocivos (amônia, fenóis, metabólitos ácidos, etc). Os efeitos gastrointestinais são mais prováveis de ocorrerem quando a substância é consumida em solução do que quando ingerida juntamente com outras substâncias sólidas. Também são prováveis de serem sentidos após a ingestão de alimentos que podem ser consumidos rapidamente como: chocolates, balas de goma, entre outros, do que após ingestão de produtos como: goma-de-mascar ou balas duras. Os efeitos são maiores quando a substância é ingerida com estômago vazio (CÂNDIDO & CAMPOS,1995). O alimento cujo o consumo resulta em uma ingestão diária de 50g de sorbitol, deve conter no rótulo a declaração: "Consumo excessivo pode induzir um efeito laxativo " (DWIVEDI, 1986).

Ainda que sob o aspecto químico não seja carboidrato, sob o aspecto metabólico eles se comportam como tal, uma vez que, absorvidos, são rapidamente convertidos em frutose, independente da presença de insulina, ingressando no ciclo normal do metabolismo dos carboidratos. Segundo GIESE (1993), a Comunidade Nutricional Européia designou um valor calórico médio de 2,4Kcal/g aos polióis. A Portaria de 22 de Novembro de 1995 determina em suas condições gerais o valor energético para polióis a ser declarado e o qual deverá ser calculado utilizando como valor de conversão 2,4Kcal/g (CÂNDIDO & CAMPOS,1995).

O sorbitol age na prevenção da cárie dental, pois um pré requisito para se desenvolver a cárie dental inclui: um pH acima de 5,5, carboidrato fermentável e formação de placa. O sorbitol e outros polióis são indicados como sendo bem menos cariogênicos que a sacarose. A ingestão de sacarose resulta em uma imediata produção de ácido e um abaixamento no pH. Quando o sorbitol é ingerido produz um abaixamento de pH muito menor, o qual também permanece no valor de 5,5.

2.9.3. Polidextose (" Litesse")

O " litesse " (PFIZER), é o nome comercial de uma polidextrose que pode ser usada como substituto total ou parcial de açúcar (FIGDOR & BIANCHINE, 1983). A polidextrose consiste de um polímero de glucose com pequena quantidade de sorbitol e ácido cítrico (ALLINGHAN,1982). A polidextrose é preparada comercialmente por policondensação à vácuo de uma mistura de dextrose, sorbitol e ácido cítrico na molécula, na proporção de aproximadamente 89:10:1. O produto final da reação é um ácido fraco, solúvel em água sendo um polímero que contém pequena quantidade de sorbitol e ácido cítrico (MOPPETT,1991). A Figura 10 mostra a estrutura química da polidextrose, onde o grupamento R pode ser: hidrogênio, glicose, sorbitol, ácido cítrico ou uma continuação do polímero de polidextrose (MOPPETT,1991).

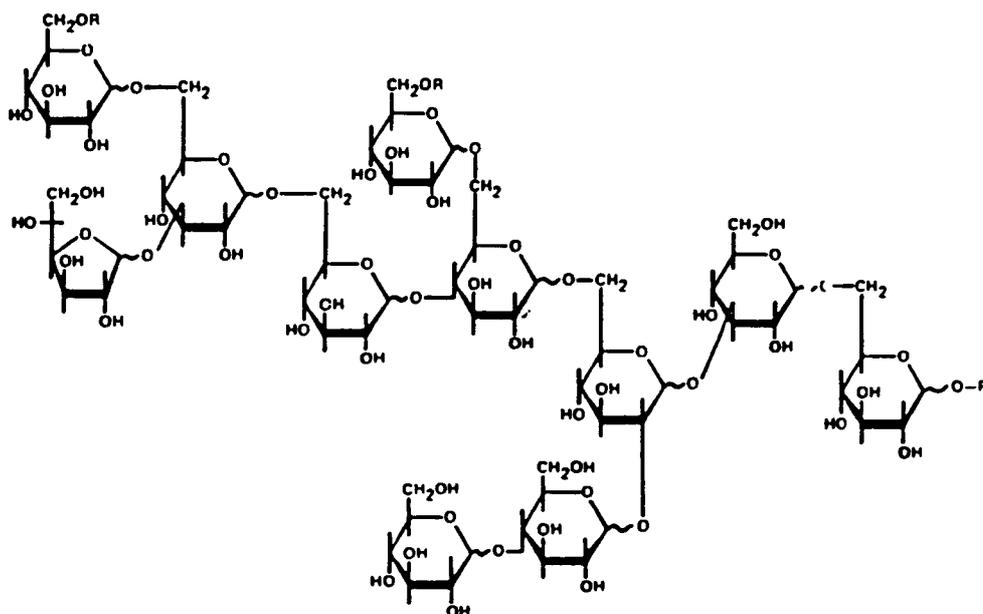


Figura 10 - Estrutura química da polidextrose
(fonte : MOPPETT,1991)

A polidextrose é amorfa (não cristaliza como a sacarose) e não apresenta sabor doce, o que, em alguns casos pode ser vantagem na medida em que permite a elaboração de inúmeros produtos com baixo teor de açúcares e gorduras. O grau de redução calórico é ainda maior quando a polidextrose é usado em substituição à gordura, a qual possui 9Kcal/g (MOPPETT,1991). É um agente de volume que pode substituir parcialmente açúcares e gorduras desempenhando as seguintes funções: espessante, umectante, auxiliar de formulação e modificador de textura (GIESE,1993). O aumento da viscosidade proporcionado pela polidextrose é superior ao da sacarose ou sorbitol nas mesmas concentrações. Apresenta alta solubilidade em água, podendo-se obter soluções até 80% à 25⁰C . São inúmeros os produtos que podem ser elaborados com polidextrose como balas de gomas, "marshmallow ", goma de mascar, pudins e coberturas.

No Brasil o uso da povidexrose foi liberado pela Portaria nº 53 - DIPROD/MS (Divisão de produtos/Ministério da Saúde) de 04/04/91 na função de estabilizante para alimentos dietéticos em quantidade suficiente para obter o efeito desejado.

O valor calórico adotado pela legislação do MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) e pela legislação brasileira é de 1Kcal/g (CÂNDIDO & CAMPOS,1955). Esse valor calórico se deve a dificuldade da enzima digestiva em quebrar esse polímero (BEEREBOM, 1981). Uma porção da molécula de povidexrose é metabolizada no trato intestinal por microorganismos (GIESE,1993).Isso se deve à não absorção no trato gastro intestinal, onde é hidrolisado em monômeros e apenas as bactérias intestinais utilizam como substrato produzindo CO₂ , álcool e ácido orgânico (FIGDOR & BIANCHINE, 1983). Como produtos deste metabolismo, os microorganismos produzem ácidos graxos voláteis e dióxido de carbono. Os ácidos graxos voláteis são absorvidos pelo intestino e usados como fonte de energia. Portanto, esta é a função microbiana que contribui para 1Kcal/g de povidexrose ingerida (MOPPETT,1991; GIESE,1993). Devido a baixa velocidade da absorção intestinal pode apresentar efeito laxativo. A dose laxativa de litesse é em média de 90 gramas por dia comparado com 70 gramas por dia do sorbitol (MOPPETT, 1991). Evidências sugerem que a povidexrose não é cariogênica(CÂNDIDO & CAMPOS,1995).

Estudos clínicos consideram esta povidexrose bem tolerante em níveis normais de ingestão, sem interferir na absorção e na utilização componentes dietéticos essenciais com vitaminas, minerais, aminoácidos, além de não aumentar o nível de glucose no sangue em diabéticos (ALLINGHAM,1982). Quanto ao efeito da povidexrose no demando de insulina e implicações do seu uso em diabéticos, estudos mostram que a povidexrose não cria uma demanda de insulina quando usadas técnicas de tolerância à glucose (MOPPETT,1991).

Quando usados em produtos dietéticos e "light" ou mesmo isentos de açúcar e gordura, o litesse preserva o paladar e o corpo que normalmente são associados com açúcar e gordura (GIESE, 1983). Obtem-se produtos de confeitaria com redução

calórica de qualidade equivalente aos produtos convencionais de caloria elevada (LINDLEY,1983).

Uma outra aplicação desta polidextrose tem sido como fibra dietética. A fibra dietética foi definida pela primeira vez em 1972 como sendo: "o resto das paredes celulares de plantas que não são hidrolisados por enzimas digestivas humanas". Com o aumento do conhecimento sobre o aspecto nutricional, químico e analítico das fibras dietéticas, a primeira definição foi modificada durante as duas últimas décadas. Hoje em dia a "fibra dietética" é definida como sendo: "parte de oligossacarídeo e polissacarídeo os quais a enzima digestiva humana não decompõe e nem são absorvidas" (ANONYMOUS,1994). A definição de "fibra dietética" é um tanto diferente para a concepção de fibra que se tem nos Estados Unidos e mesmo no Brasil. Comumente a definição de fibra é limitado à materias de origem vegetal (MOPPETT,1991).

No Japão, a polidextrose é consumida como "fibra dietética" . A "Japanese Association of Diet & Enriched Foods" uma organização afiliada da MOHW (Ministry of Heath and Welfare - Ministério da Saúde e Bem Estar do Japão) considera o litesse como um "fibra dietética". O mercado japonês, tem interesse particular pela fibra, a qual é um suplemento desejável em dietas. pois usada em produtos como bebidas funcionam como uma fibra solúvel (MOPPETT, 1991). A polidextrose é encontrada no mercado japonês em produtos como bebidas fortificadas com "fibra solúvel" (MOPPETT,1991).

Foi demonstrado haver maior incidência de uma série de doenças tais como: arteriosclerose, câncer de colon, diverticulite, hemorróidas, alta teor de colesterol e outras em países industrializados do que em populações africanas com dieta rica em fibras. A " fibra dietética" é bem utilizada no tratamento de pacientes com hipertensão onde foi observado que a taxa de colesterol diminui (BRENELLI,1992).

2.9.4 Xarope de maltitol (" Lycasin ")

O "lycasin" (RHODIA), é o nome comercial do xarope de maltitol, o qual é obtido da hidrogenação de um xarope de glucose especial obtido por hidrólise enzimática. Este xarope tem como componente principal o maltitol em uma mistura com sorbitol, maltotriol e numerosos oligo e polissacarídeos hidrogenados (GRENBY,1983). Possui uma certa quantidade de sorbitol, para reduzir a higroscopicidade do produto final e uma alta quantidade de maltitol para se conseguir a doçura necessária (SICARD, 1982). O termo xarope de maltitol e HGS (xarope de glucose hidrogenado) devem ser utilizados para xaropes com teor de maltitol superior a 50%. Atualmente a empresa produz duas versões, lycasin 80/33 e lycasin 80/55. O xarope "lycasin" 80/55 é constituído de 6 - 8% de sorbitol, 50 - 55% de maltitol, 20 - 25% de maltotriol e 10 - 20% de álcoois polissacarídeos. "Lycasin " 80/55 significa xarope com 80% de substância seca e D.E. (dextrose equivalente) de 55. A viscosidade deste xarope com 65 a 75% de sólidos é maior do que a sacarose a 65% (CÂNDIDO & CAMPOS,1995 ; SICARD, 1982). Devido seu alto conteúdo de maltitol, ele tem poder de doçura suficiente e com isso não requer misturas com produtos doces; além disso é menos cariogênico que a sacarose e demonstra propriedades de textura com as quais tem a capacidade de ser usado sozinho em muitos confeitos e mesmo em balas duras. A substituição de amido de milho pelo amido de batata resultou em um produto chamado lycasin 80/33, o qual é caracterizado por ter propriedades de textura e doçura limitada (SICARD, 1982). A estrutura química do maltitol pode ser visto na Figura 11.

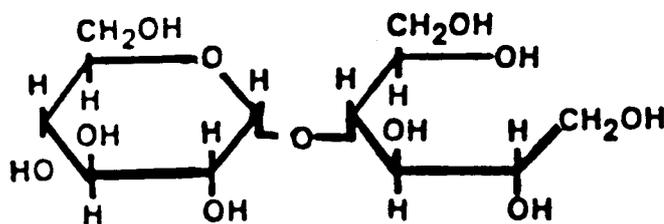


Figura 11 - Estrutura química do maltitol

(fonte : DWIVEDI,1986)

O "lycasin" com melhores propriedades é o formado por alto teor de maltitol, baixo teor de sorbitol livre e outros dissacarídeos e oligossacarídes hidrogenados, por isso também conhecido como "xarope de Maltitol". O "xarope de maltitol" apresenta efeito laxativo menor que os outros polióis. Recomenda-se que a ingestão de produtos que utilizem o xarope de maltitol não excedam o limite de 50g/dia. Apesar de que estudos sugerem que são tolerados doses de até 100g/dia (CÂNDIDO & CAMPOS,1995 ; GIESE, 1993).

Estudos revelam que lycasin 80/55 tem tido os melhores resultados em relação à prevenção de cárie dental que outros xaropes de glucose hidrogenados testados (WURSCH & KOELLEREUTTER, 1982). Xarope de maltitol é menos cariogênico que a sacarose, pois pode ser metabolizado vagarosamente por microorganismos bucais, e poderá ser cariogênico se ingerido frequentemente por pessoas susceptíveis à cáries, porém é uma possibilidade remota (RUGG-GRUNN, 1989).

A comunidade Européia tem definido lycasin como "light" por ter valor calórico de 2,4 Kcal/g, isto é , 40% de redução comparado a sacarose (CÂNDIDO & CAMPOS, 1995).

Um resumo das características da frutose, sorbitol, maltitol e outros substitutos da sacarose, elaborado por CÂNDIDO & CAMPOS (1995) pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Características dos substitutos da sacarose

Ocorrência	Síntese	Doçura relativa (1)	Energia kcal/g	Carbogênico	Diabéticos	IDA mg/kg	Qualidade do gosto doce	Estabilidade ao pH	Estabilidade a temperatura (T)	Solubilidade	Sinergismo	Limitações	Observações
Sacarose	extração cana-de-açúcar, beterraba	1,00	4,0	Sim	Não	—	Rápido impacto de doçura, percebida em 1 a 2 segundos, e persiste por cerca de 30 segundos	Hidrolisada a glicose e frutose (açúcar invertido) por ácidos diluídos e pela invertase	A T > 200°C possível decomposição e escurecimento do produto (reação de Maillard). Fusão a 185-186°C	67% a 20°C	Frutose, edulcorantes não-nutritivos	Cariogênica. Não deve ser consumida ad libitum por diabéticos	A 65% p/p pode ocorrer cristalização
Frutose	amido; sacarose	1,20 (0,80-1,80)	4,0	Sim	Sim	—	Doçura mais intensa que sacarose e glicose porém por período de tempo curto	—	Reação de Maillard positiva a T elevadas (menos reativa que as aldoses)	Alta solubilidade em água mesmo a baixa T. 80% a 20°C	Com sacarose e edulcorantes não-nutritivos	Alto custo Higroscópica. Cariogênica	Agente inibitória da cristalização (força sabor/aroma) Mutarrinação. Doçura aumenta com o decréscimo do pH (abalço do neutro) teor de sólidos e T
Glicose	amido	0,60 (0,60-0,80)	4,0	Sim	Não	—	Perfil de doçura é intermediário ao da sacarose e frutose (rápida percepção, lento decréscimo). Feito refrescante.	—	Reação de Maillard positiva a T elevadas	47% a 20°C	Aspartame, esteviosídeo, acesulfame	Baixo poder adoçante. Cariogênica. Restrição a diabéticos	Mesmas características da sacarose, com doçura menor. Inibe cristalização e melhora textura e aparência.
Sorbitol	amido; sacarose	0,50 (0,50-0,70)	4,0 (FDA) 2,4 (CFE)	Não	Sim	Não especificada	Na forma cristalina causa efeito refrescante sobre a língua	Extremamente estável a ácidos	Estável ao calor. Solução pura tende a cristalizar a T = 23°C	Alta solubilidade 83% a T amb.	Com acesulfame, aspartame, ciclamato, sacarina e esteviosídeo	Ação laxativa/diurética em dose > 30-70 g/dia	Reduz perda de umidade e retarda cristalização da sacarose. Higroscopicidade
Maltitol	amido; sacarose	0,45 (0,45-0,65)	4,0 (FDA) 2,4 (CFE)	Não	Sim	50-150	Na forma cristalina causa efeito refrescante sobre a língua	Boa estabilidade na forma cristalina e em solução	Alta	Alta solubilidade em água (22% p/p a 25°C)	—	Ação laxativa em dose > 50-70 g/dia	Não higroscópico
Isomaltitol ou Isomaltose	sacarose	0,40 (0,40-0,65)	4,0 (FDA) 2,4 (CFE)	Não	Sim	Não especificada	Sem efeito refrescante ou sabor residual	Alta, superior à da sacarose	Alta, superior à da sacarose	25% a T amb.	Com xarope de glicose hidrogenado, sorbitol, xilitol e edulcorantes intensos	Ação laxativa menos acentuada que os demais polióis	Propriedades muito semelhantes as da sacarose. Intensifica sabores em alimentos. Alta higroscopicidade, menor que os demais polióis
Maltitol	amido de milho ou de batata	0,85 (0,80-0,90)	4,0 (FDA) 2,4 (CFE)	Não	Sim	Não especificada	Não deixa sensação refrescante ou sabor residual	Boa, semelhante à da sacarose	Excelente	60-90% a T amb	—	Ação laxativa. A ingestão de 50 g/dia não causa transtornos intestinais	Alta higroscopicidade

(1) A doçura da sacarose é considerada arbitrariamente como 100. Para facilitar a comparação da magnitude da doçura relativa neste QUADRO, os valores para os adoçantes foram apresentados em relação à sacarose = 1.

Fonte : GIESE, J.H.(1993); WIET & BEYTS (1992); NAUTA & CAMAGGIO(1991); PEDERSEN (1991); CHAMP & BORNET(1990); ALMEIDA-MURADIAN & PENTEADO (1990); citados por (CÂNDIDO & CAMPOS,1995)

2.10. Enriquecimento com suco natural de goiaba (*Psidium guajava* L.)

Um dos mais polêmicos avanços alcançados pela indústria de alimentos foi o emprego de aditivos químicos, cuja finalidade, entre outras, é modificar as propriedades organolépticas do alimento e prolongar a sua vida de prateleira. Embora, sob o ponto de vista tecnológico, sejam inegáveis os benefícios alcançados com o uso de aditivos em alimentos, existe uma preocupação constante quanto aos riscos toxicológicos potenciais decorrentes da ingestão diária destas substâncias químicas.

Entre a classe dos aditivos alimentares, os corantes artificiais, em particular, têm sido objeto de muitas críticas, pelo fato do seu emprego ser desnecessário em uma grande variedade de alimentos, justificando-se seu uso apenas por questão de costume e hábitos alimentares. Em geral, o emprego de corantes em alimentos se apoia na importância da aparência de um produto para a sua aceitabilidade, visando atingir, principalmente, o consumidor infantil que é muito atraído pelas cores (SZTAJN, 1988).

Uma alternativa para elaboração de produtos de confeitaria sem aditivos químicos de cor e sabor, seria a utilização de sucos de frutas, pois o Brasil possui uma ampla variedade de frutas as quais poderiam ser utilizadas em confeitos.

Dentro das variedades de frutas brasileiras, a goiaba encontra-se amplamente espalhada por todas as regiões tropicais e subtropicais do globo. No Brasil, as quantidades produzidas de goiaba apresentam a seguinte evolução: 305 milhões de frutos em 1970, 869 milhões em 1975 e 1.019 milhões em 1980, correspondendo a um crescimento de 234% no período, ou seja, uma taxa anual de 12,8%. Os mais importantes pomares de goiaba localizam-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco, os quais correspondem, conjuntamente, cerca de 74% da produção nacional (MEDINA, 1988). No Brasil, temos goiabas das variedades vermelha comum, branca comum, australiana e IAC-4. A variedade IAC-4 produz frutos arredondados de polpa rosada, pesando de 70 à 160g. A australiana, vermelha ou branca, produz frutos grandes, em forma de pêra e com 400g em média. A goiaba da variedade vermelha

comum, tem aproximadamente 5cm de diâmetro e 68g, sendo assim, a mais indicada para a produção de doce e suco, pois para industrialização, frutas de tamanho médio, polpa vermelha, grossa e poucas sementes são as mais indicadas (JACKIX, 1988).

A goiaba é uma fruta de grande consumo popular, com sabor, aroma atrativos e valor nutritivo indiscutível, além de ser fonte excepcional de vitamina C, com três vezes mais que mamão e laranja (MEDINA, 1988).

A goiaba, além de consumida crua ou ao natural, tem grande importância na indústria de doces, dos quais se destaca a goiabada. Outras aplicações de valor comercial da goiaba estão no preparo de geléias, pasta, fruta em calda, purê e suco (MEDINA, 1988).

O suco de goiaba tem como vantagem, enriquecer o produto, já que a goiaba é uma fruta extremamente rica em aroma, sabor agradável e acentuado e alto teor de vitamina C, de fragrância marcante, cor delicada, suave e diferente. Por estes motivos, pode substituir com vantagens corantes e aromatizantes artificiais em formulações. Sendo assim, um suco teria ampla aceitação no mercado consumidor e poderia ser utilizado no preparo de diversos produtos de confeitaria.

2.10.1. Composição centesimal da goiaba .

A composição da goiaba está demonstrada na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição centesimal da goiaba

Propriedades	Varição (%)
Umidade	74 - 87
Matéria-seca	13-26
Cinzas	0,5 - 1,0
Gordura	0,4 - 0,7
Proteínas	0,8 - 1,5

fonte : (WILSON, citado por CHAN, 1993)

2.10.2. Propriedades nutricionais da goiaba

Os carboidratos são os principais constituintes sólidos da goiaba. Dos 14,8g/100g de fruta do total de carboidrato, 5,82g são açúcares como: frutose, glucose e sacarose. Na goiaba, a frutose é o açúcar predominante, constituindo 58,9% do total de os açúcares, sendo seguido por 35,7% de glicose e 5,3% de sacarose (CHAN,1993). Existem diferenças no conteúdo de ácido, dependendo do tipo da goiaba. Os ácidos mais comuns são o málico e o cítrico que são encontrados em goiaba (variedade vermelha) em quantidades aproximadamente iguais, 0,47% e 0,53% por peso respectivamente. A presença de ácidos no suco de fruta é responsável pelo baixo valor de pH do suco, atingindo valores de 1,5 à 4,5 (CHAN,1993).

Segundo MOWLAH & ITOO, citados por CHAN (1993), a goiaba tem enzimas como: ácido ascórbico oxidase, polifenoloxidase, pectinesterase, invertase, amilase e celulase. A coloração rósea da goiaba deve-se a presença de licopeno. A quantidade de licopeno contido na variedade vermelha é de cerca de 5,87mg em 100g de fruta (CHAN,1993). Segundo NAKASONE et alii, citados por CHAN (1993), o licopeno pode variar em cerca de 4,78mg à 5,90mg em 100g de fruta.

A fruta é excepcionalmente rica em vitamina C (ácido ascórbico), superando de longe o conteúdo desta nos sucos cítricos. São utilizadas, por isso, como aditivos para outros sucos e purês, fortificando-os em vitamina C. A literatura cita variações de vitamina C de 26 à 490mg/100g de goiaba (MUSTARD, citado por MEDINA, 1988).

Segundo CAMPOS, citado por MEDINA (1988), foi constatado que a goiaba é uma fonte de tiamina e riboflavina. GODSTON & CHANIN (1945), verificaram tratar-se de uma fruta com razoável atividade de vitamina A e B1.

2.10.3 Suco de goiaba

O Decreto nº 12.488 de 20 de Outubro de 1978 da NTA-21 (Normas Técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas do Estado de São Paulo) define Suco de

fruta como sendo " todo produto obtido por expressão ou extração de frutas maduras por processos tecnológicos adequados" .

2.10.3.1. Características físicas e químicas do suco de goiaba

As características físicas e químicas do suco de goiaba são demonstradas na Tabela 7, baseados na Legislação das Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas do Estado de São Paulo.

Tabela 7 - Características físicas e químicas de suco de goiaba

Determinação	Mínimo	Máximo
Densidade relativa à 20 ^o C	1,060	–
Sólidos Solúveis (graus Brix)	6,0	–
Sólidos solúveis(Brix) e Acidez total g%	–	30,0
Sólidos em suspensão % (v/v)	–	50,0
Grau alcóolico em graus GL	–	0,5
Açúcares totais naturais da goiaba % (p/p)	5,0	–
Acidez total, em ácido málico(g/100g)	0,2	0,8

fonte : (Legislação do Estado de São Paulo de 1978)

2.10.3.2. Características sensoriais do suco de goiaba

Segundo as Normas Técnicas do Estado de São Paulo (1978), quanto às características sensoriais do suco de goiaba, esse deve apresentar :

- * Aspecto: líquido turvo, próprio do produto;
- * Cor : avermelhada, própria do produto;
- * Sabor e odor : próprios do produto, isento de sabores e odores estranhos à composição.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Matérias-primas

Suco de goiaba integral (*Psidium guajava* L., variedade vermelha), Indústrias MAGUARY;

Gelatina tipo B, 250^o Bloom, Indústrias LEINER DAVIS GELATIN;

Frutose p.a.; viscosidade à 40^oC de 43cP, Indústrias VEPÊ;

Sorbitol líquido 70%; % máxima de açúcares redutores=0,06 e viscosidade à 40^oC de 100cP, Indústria GETEC;

Polímero de dextrose, LITESSE, viscosidade à 40^oC de 300cP, Indústrias PFIZER;

Xarope de maltitol, LYCASIN, % máxima de açúcares redutores=0,10% e viscosidade à 40^oC de 450 cP, Indústrias RHODIA;

Gordura Vegetal Hidrogenada, ponto de fusão = 42^oC, Indústrias GESSY LEVER

Fécula de batata, granulometria de 23 mesh, Indústrias COLOMBO;

Reagentes de grau de pureza exigidos pelos métodos analíticos.

3.1.2 Equipamentos

Batedeira planetária ARNO modelo MIX-P;

Balança semianalítica METTLER modelo P1210;

Balança analítica OERTLING modelo LA 164;

Balança eletrônica GEHARA modelo BG 4000;

Balança OHAUS modelo CT 6000-S;

Potenciômetro MICRONAL modelo B 374;

Refratômetro CARL ZEISS JENA DDR;

Medidor de atividade de água (aw) - DECAGON - modelo CX2 AQUALAB

Forno mufla ART LAB;

Viscosímetro BROOKFIELD LVT;

Estufa de secagem FANEM modelo 315 SE;

Estufa à vácuo FANEM modelo 099 EV;

Texturômetro SMS- Analisador de textura modelo TA.XT2.

3.2 Métodos

3.2.1. Preparação do suco de goiaba

O suco de goiaba foi preparado pela Indústria de suco MAGUARY dentro de normas técnicas . No preparo do suco as frutas foram lavadas, cortadas, separadas cascas das sementes e polpa, que seguiram para a extração do suco no despoldador e posterior pasteurização.

3.2.2. Desenvolvimento das Formulações e processo

Para este estudo foi desenvolvida uma formulação básica, sem gordura vegetal hidrogenada, onde parte da água da fórmula tradicional (Tabela 1) e toda a sacarose e xarope invertido ou glucose foram substituídos por suco de goiaba e frutose respectivamente. As amostras foram processadas segundo fluxograma apresentado na Figura 12.

3.2.2.1 Proporção de suco de goiaba

Foi realizado um teste de preferência para avaliar os níveis de 3 , 6 e 10% de sólidos de suco em relação aos sólidos totais. Este teste foi realizado em uma formulação com 10% de gelatina de 180⁰ Bloom.

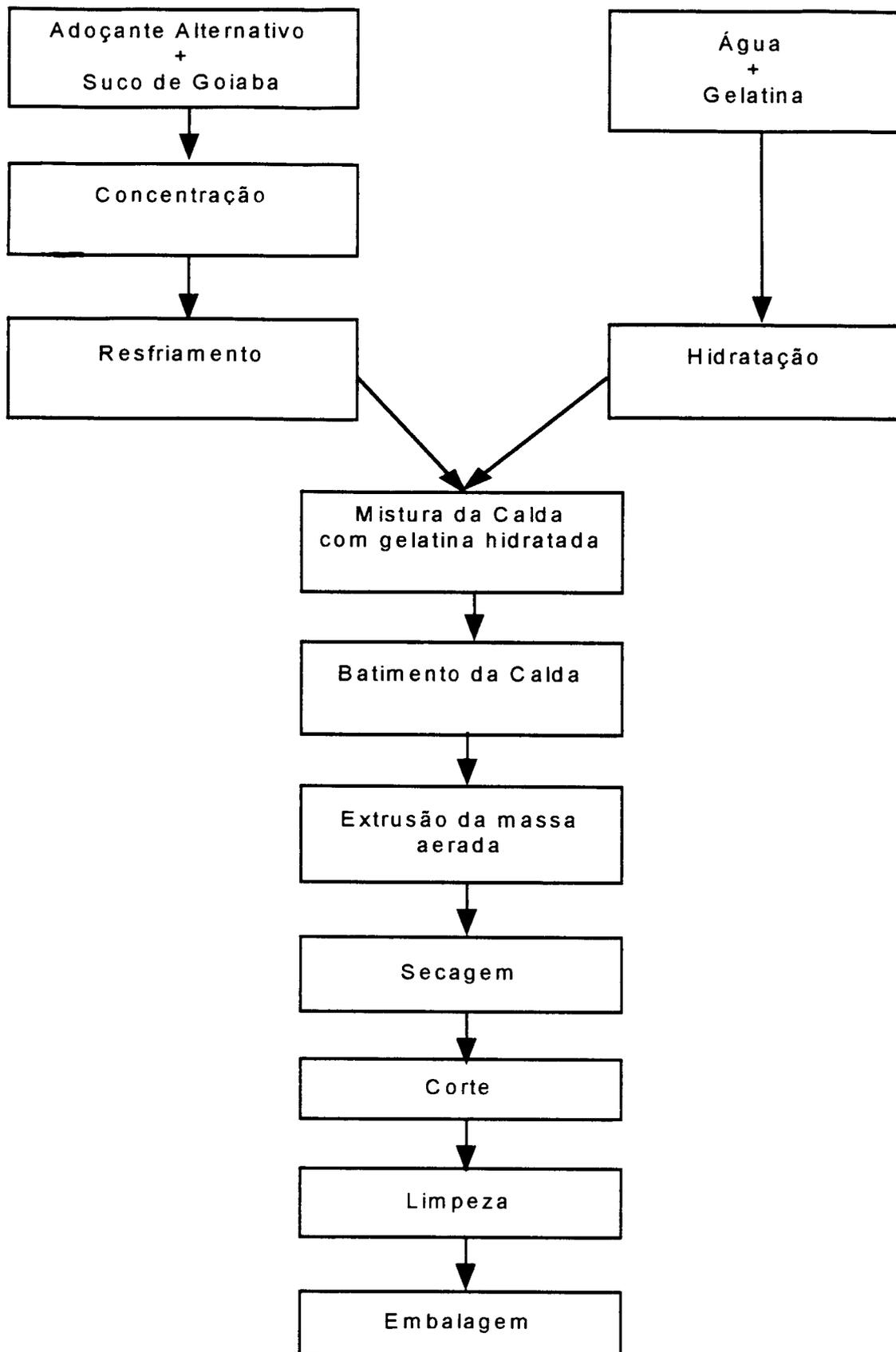


Figura 12 - Fluxograma do processo de marshmallow com suco de goiaba.

3.2.2.2. Concentração da gelatina

O efeito da concentração da gelatina foi avaliado sensorialmente em função do aspecto do aerado. O teste foi realizado na formulação com frutose e 6% de sólidos de suco de goiaba em relação aos sólidos totais. Foram testadas as concentrações de 4, 6, 10 e 12% de gelatina de 180^o Bloom.

3.2.2.3. Bloom da gelatina

O efeito do Bloom da gelatina foi avaliado sensorialmente em função da maciez, aspecto da aeração e elasticidade. O teste foi realizado na formulação com frutose e 6% de sólidos do suco em relação aos sólidos totais. Foram testadas gelatinas com Bloom 180, 200, 220, 250 e 270^o, à uma concentração de 10%.

3.2.2.4. Tempo e velocidade de batimento

Definida a formulação, passou-se para o estudo do processo de batimento levando em consideração o tempo e a velocidade de batimento. O processo foi descontínuo em batedeira planetária, à pressão normal. Foram feitos testes de batimento de 5, 10 e 15 minutos em velocidade baixa, média e alta em formulação com frutose, 10% de gelatina 250^o Bloom e 6% de sólidos de suco de goiaba em relação aos sólidos totais. O tempo e a velocidade de batimento foram escolhidos com base no desaparecimento da fase líquida e na obtenção de uma espuma que no momento do pingamento não escorria e mantinha a forma, resultando maior aeração.

3.2.2.5. Tempo de secagem em moldes metálicos

Após o batimento, a massa aerada do marshmallow foi colocada em uma "manga de confeitiro" e rapidamente extrusada em moldes metálicos lubrificados com gordura vegetal hidrogenada e pulverizados com fécula. Após isso, o extrudado recebeu uma camada de fécula de batata (umidade 7%) e o produto foi coberto com

folhas de papel alumínio e mantido por 18 horas para proceder a secagem. Foram observados os efeitos nas características do marshmallow nos tempos de secagem de 2, 6, 12, 18, 24 e 30 horas. O procedimento de extrusão da massa aerada em moldes metálicos para secagem pode ser visto na Figura 13.

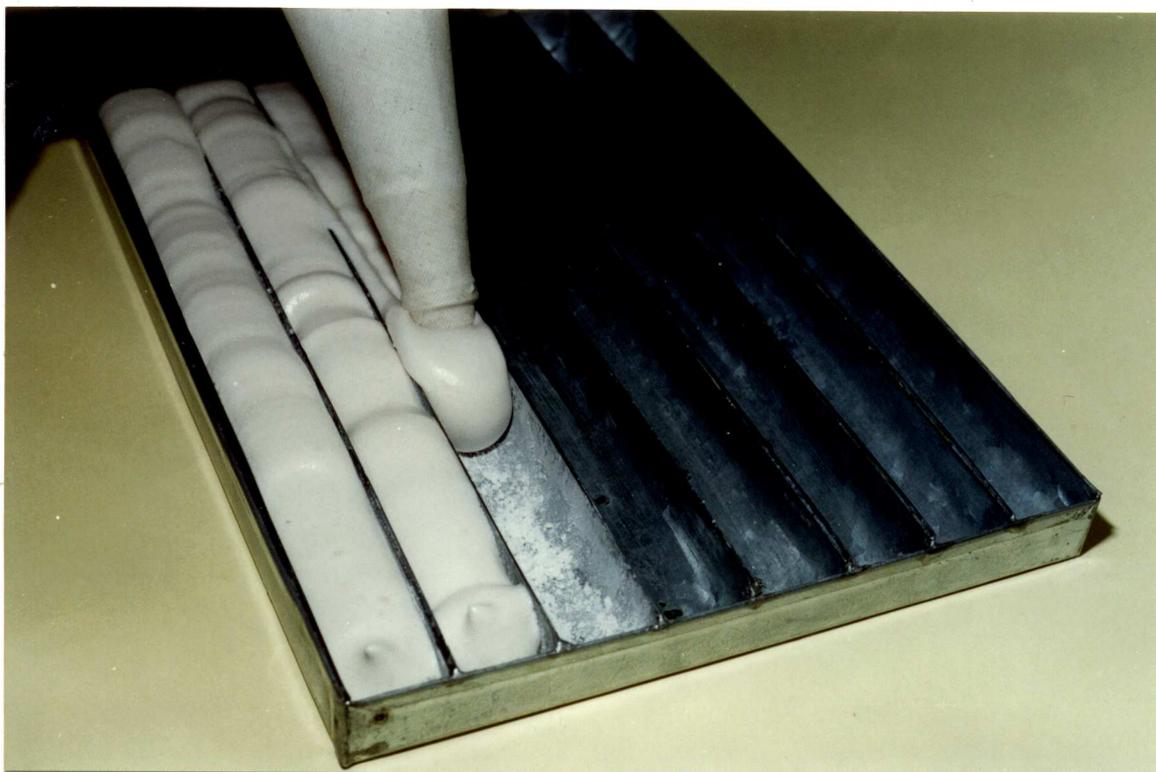


Figura 13 - Moldes metálicos utilizados para a secagem da massa aerada de marshmallow.

Ao terminar a secagem, as tiras foram retiradas do molde metálico e cortadas em formato tipo "marshmallow americano" de aproximadamente 2,5cm como pode ser visto na Figura 14. Ao cortar os marshmallows, estes foram passados em fécula para retirar a umidade das superfícies laterais e procedeu-se a limpeza do marshmallow com auxílio de um pincel culinário com cerdas macia e posteriormente remoção do excedente de fécula. Os marshmallows foram embalados em sacos plásticos de polietileno, devidamente fechados.



Figura 14 - Marshmallows cortados tipo "marshmallow americano".

3.2.3. Efeito dos substitutos da sacarose nas características do marshmallow

O efeito dos substitutos da sacarose nas propriedades do marshmallow foi estudado através de cinco formulações, sendo uma delas a formulação básica (amostra1) desenvolvida conforme item anterior (3.2.2) e as demais formulações onde a frutose (amostra1) foi substituída por misturas de frutose e sorbitol (amostra2); frutose e maltitol (amostra3); frutose e polidextrose (amostra4) e maltitol e polidextrose (amostra5). Foram mantidas nas cinco formulações a porcentagem em base seca destes substitutos, assim como as características e porcentagem dos demais ingredientes. Estas formulações foram processadas conforme fluxograma apresentado na Figura 12 sob condições de processo definidas no estudo do item anterior (3.2.2).

3.3. Determinações físicas e químicas do suco de goiaba, calda de marshmallow, aerado de marshmallow e marshmallow produto final.

Todas as determinações de suco, calda, aerado e produto final foram feitas em triplicatas , com exceção das determinações das densidades e umidade, as quais foram feitas em quintuplicatas.

3.3.1. pH

A determinação de pH seguiu a norma 4.7.2 do Instituto Adolfo Lutz (1976) e foi realizado no suco de goiaba, na calda e no marshmallow acabado.

3.3.2. Acidez titulável

A acidez titulável seguiu a norma 4.7 do Instituto Adolfo Lutz (1976) e foi determinada no suco de goiaba e na calda de marshmallow.

3.3.3. Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis do suco de goiaba e da calda de marshmallow foram determinados em função do graus Brix seguindo a norma 13.6.1 do Instituto Adolfo Lutz (1976) .

3.3.4. Umidade

A umidade foi uma determinação que seguiu a norma 4.5.1 do Instituto Adolfo Lutz (1976), sendo realizado no suco de goiaba e no marshmallow produto final. Para a determinação de umidade no marshmallow acabado, utilizou-se estufa à vácuo, à 70^oC , com vácuo de 50 mmHg durante 6 horas, com aréia tratada, até peso constante, conforme método 4.5 do Instituto Adolfo Lutz (1976).

3.3.5. Atividade de água

A determinação da atividade de água foi realizada nas cinco amostras, utilizando um medidor de atividade de água, DECAGON, com as amostras à temperatura de 20°C.

3.3.6. Açúcares redutores

A determinação de açúcares redutores seguiu a norma 4.13.2 do Instituto Adolfo Lutz (1976) e foi realizado no suco de goiaba e na calda de marshmallow.

3.3.7. Açúcares não-redutores

Os açúcares não-redutores foram determinados através da norma 4.13.3 do Instituto Adolfo Lutz (1976) no suco de goiaba.

3.3.8. Ácido ascórbico

O ácido ascórbico foi determinado pelo método do 2,6 - dicloroindofenol, AOAC nº 43056 (1984) modificado por BERNASSI (1990), onde substitui-se o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico. Foi realizado no suco de goiaba e na calda do marshmallow.

3.3.9. Pectina

A pectina foi determinada pelo método de CARRÉ & HAYNES (PEARSON,1970), sendo feito no suco de goiaba.

3.3.10. Fibras

As fibras foram determinadas no suco de goiaba pelo método de detergência para fibras (GOERING & SOEST,1970).

3.3.11. Viscosidade

A viscosidade aparente da calda de marshmallow foi determinada por viscosímetro Brookfield LVT, utilizando splindle 2 à velocidade de 60 rpm e à 45°C.

3.3.12. Densidade aparente

A determinação da densidade aparente foi realizada na calda de marshmallow, no aerado e no marshmallow final. Para a determinação da densidade aparente da calda, foi utilizado uma balança semianalítica e proveta graduada de 1000 ml onde se fazia a pesagem da calda à 45°C e leitura do volume de calda indicado. A densidade foi determinada pela relação massa/volume.

Para determinar a densidade do aerado de marshmallow, utilizou-se o método proposto por GROVES (1995) onde utiliza-se uma balança semianalítica e um recipiente plástico de volume e taras conhecidos. Imediatamente após o batimento, a massa aerada foi colocada em um recipiente plástico à uma temperatura de 35°C. O sistema de enchimento do pote foi padronizado. O material foi adicionado em excesso de modo a ultrapassar o nível do pote. O material excedente foi retirado com o uso de uma régua a fim de se obter uma superfície completamente nivelada. A medida foi repetida cinco vezes.

A densidade aparente do marshmallow produto final é uma determinação objetiva por ser realizada através do deslocamento de sementes de painço (MACHADO, 1996). A determinação foi realizada cinco vezes em cada uma das cinco formulações. Em um recipiente de volume e peso conhecidos, os marshmallows eram colocados após a secagem. Em um outro recipiente de volume e peso também conhecidos colocava-se o painço, então tinha-se volume e peso do painço. Após isso colocava-se o painço no recipiente com marshmallows, pesava-se e media-se o volume. O volume do painço com marshmallow menos o volume do painço é igual o volume do marshmallow. O volume é o espaço ocupado pelo marshmallow. Foi calculado então a densidade pela relação entre massa e volume.

3.3.13. "Overrun"

A determinação do nível de incorporação de ar ("overrun"), que é a relação entre volume de produto aerado e volume inicial da calda. Foi determinado indiretamente através da relação entre a densidade da calda e densidade do aerado.

3.3.14. Proteína

A determinação da proteína seguiu o método KJELDAHL, AOAC n^o 47021(1984), utilizando para cálculo fator 5,27.

3.3.15. Redução calórica

A redução do valor calórico foi calculado em função da porcentagem de cada ingrediente na formulação e com base na Portaria de 22 de Novembro de 1995 que especifica os seguintes valores para carboidratos 4,0Kcal/g, para polióis 2,4Kcal/g, para polidextrose 1,0Kcal/g e proteínas 4Kcal/g (CÂNDIDO & CAMPOS, 1995).

3.4. Avaliação instrumental da textura de marshmallow

As cinco amostras foram avaliadas utilizando um analisador de textura SMS TA.XT2, o qual pode ser visto na Figura 15.

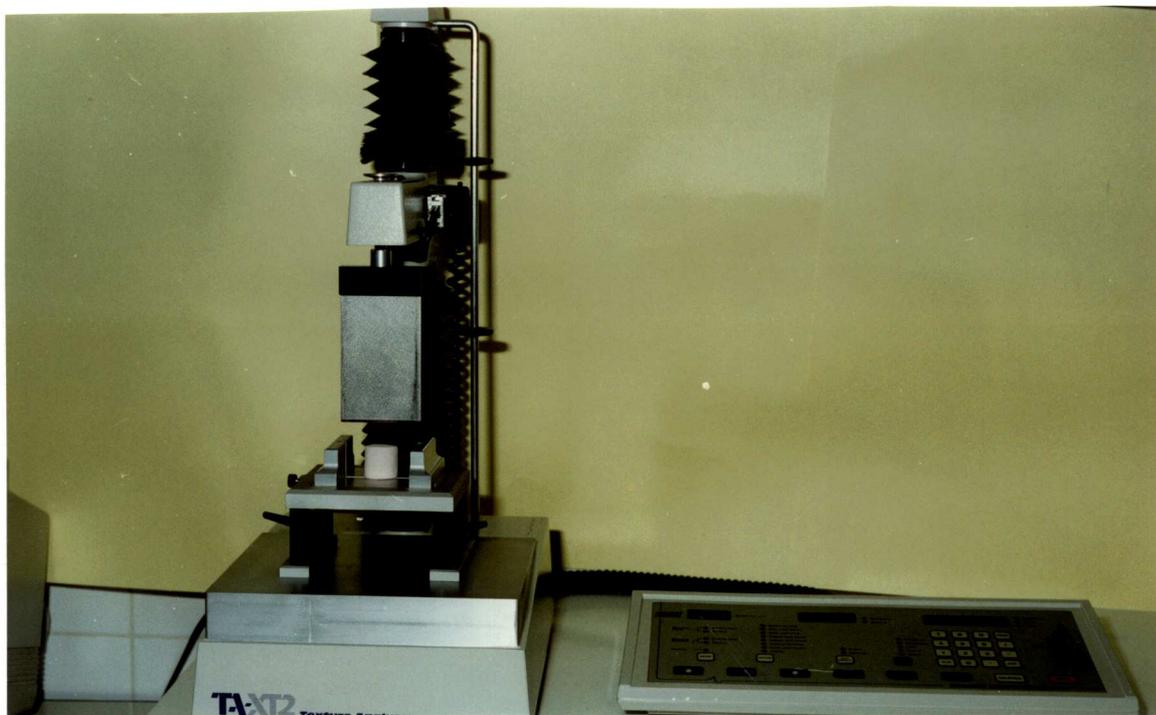
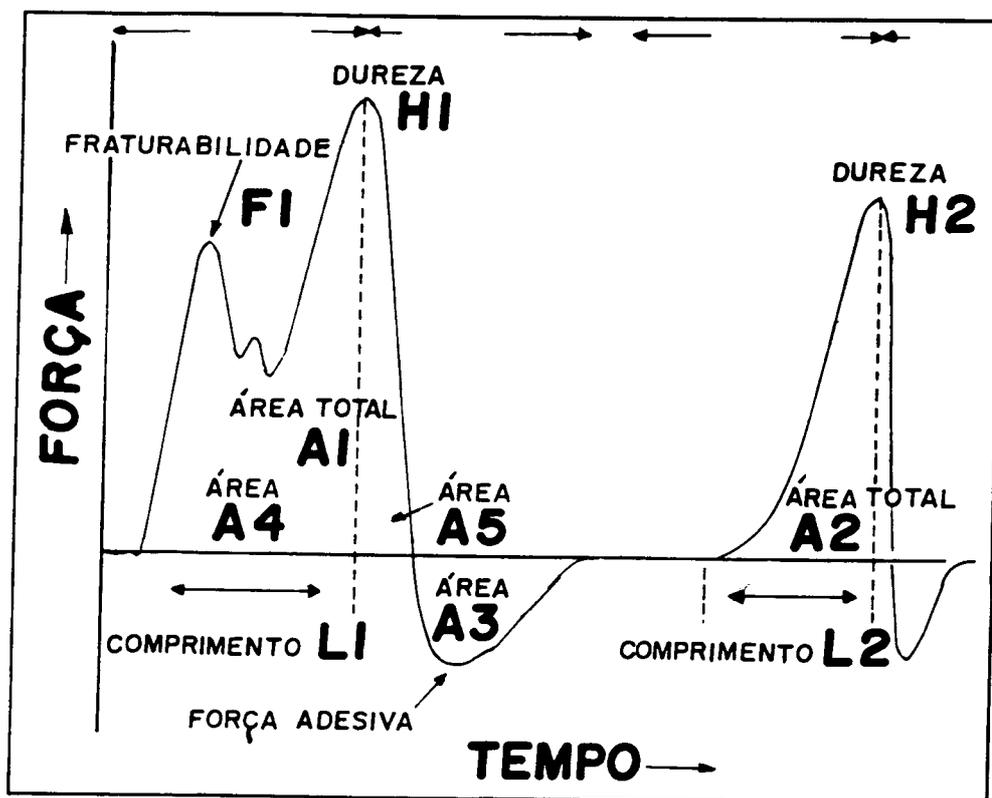


Figura 15 - Texturômetro SMS - Analisador de textura - TA.XT2.

O aparelho consiste em um sistema hidráulico para movimentação de um pistão a uma velocidade variável, conforme o método, ao qual é conectado um dispositivo que entra em contato com a amostra. O texturômetro é acoplado a um microcomputador com software, o qual registra a resistência detectada pelo aparelho, na forma de curvas e calculando os diversos atributos de textura conforme os parâmetros retirados do gráfico força-distância apresentados na Figura 16 .



Termo	Unidade	Cálculo
DUREZA	g	F1 ou H1
ELASTICIDADE	gf	L2 / L1
GOMOSIDADE	adimensional	H1 (A2 /A1)

Figura 16 - Parâmetros fornecidos pelo texturômetro e maneira de calcular os atributos de textura registrados.

As amostra de dimensões de 2,5cm de comprimento por 2,8cm de diâmetro na posição vertical, foram submetidas em triplicatas aos três tipos de testes descritos à seguir:

3.4.1 Teste de compressão

A metodologia empregada foi uma adaptação do método citado por HENRY et alii(1971) e KALETUNC et alii (1991). Para o teste em questão utilizou-se um dispositivo de alumínio em formato cilíndrico, com 45mm de diâmetro . É um dispositivo que comprime a amostra por 7 vezes (7 ciclos), com uma velocidade de pré-teste de 0,5mm/s, velocidade de teste de 2,0 mm/s (compressão) e velocidade de pós-teste de 5,0mm/s (descompressão). A distância deste dispositivo da amostra é de 23,0mm.

3.4.2. Teste de Cisalhamento (corte)

A metodologia empregada foi uma adaptação do método citado por CAMPOS (1988), o qual cita avaliação de maciez de carne. Nesta prova uma lâmina age sobre a amostra cisalhando-a.

Para o teste, utilizado como dispositivo, uma lâmina (Warner Bratzler Shear) de metal de 1mm de espessura. A lâmina foi guiada através de 2 canaletas, onde a lâmina abaixava com uma certa velocidade para cisalhar a amostra. A lâmina corta a amostra totalmente, apenas uma vez, tendo uma velocidade de pré-teste de 2,0mm/s, velocidade do teste (corte)5,0mm/s e velocidade do pós-teste de 2,0mm/s. A distância entre a lâmina e o marshmallow é de 50,0mm/s.

3.4.3. Teste de Perfuração ("Punch test ")

O dispositivo usado neste teste é uma espécie de agulha metálica de 2mm de diâmetro, com extremidade plana, usada para perfurar a amostra.

As velocidades utilizadas para pré-teste, teste e pós-teste foram de 2,0mm/s, 5,0mm/s e 2,0mm/s respectivamente, com uma distância de 15,0mm entre o dispositivo e a amostra e a distância de perfuração de 25mm. Cada amostra de marshmallow foi perfurada em três pontos distintos com três repetições para cada amostra.

3.5. Análise Sensorial

Como a proposta deste trabalho foi criar um produto novo, sem similar no mercado, foi necessário qualificá-lo e determinar sua aceitação por consumidores deste produto. A aceitabilidade das cinco formulações foram determinadas por Teste de Aceitação. Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial de Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA / UNICAMP) cujas instalações incluem cabines individuais para testes, controle de iluminação e de temperatura ambiente.

3.5.1. Teste de aceitação dos " marshmallows " - Sabor e textura e Aparência

Os provadores foram recrutados dentre os alunos, funcionários e professores da UNICAMP. Com participação de 30 provadores, foram avaliadas a aceitação para o sabor e textura das cinco formulações de "marshmallow ". Utilizou-se a escala hedônica de 9 pontos (MORAES, 1993) , onde o provador expressa o quanto "gostou " ou "desgostou "do sabor e textura e da aparência do produto. As fichas utilizadas pelos provadores podem ser observadas nas Figuras 17 e 18.

3.5.2. - Intenção de compra - Sabor e textura e Aparência

Os provadores foram recrutados dentre os alunos, funcionários e professores da UNICAMP. Com participação de 30 provadores, foram avaliadas a intenção de compra quanto ao sabor e textura e aparência das cinco formulações de "marshmallow". As fichas utilizadas pelos provadores pode ser observada na Figura 17 e 18. Os consumidores expressavam a sua intenção de compra que variava desde de "certamente compraria " à "certamente não compraria ".

Ficha de Teste de Aceitação

Nome: _____ Data : _____

1-)Por favor, prove a amostra codificada de MARSHMALLOW DE GOIABA e expresse o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR** e **TEXTURA** do produto, usando a escala abaixo :

- 9- Gostei muitíssimo
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei moderadamente
- 6- Gostei ligeiramente
- 5- Nem gostei e nem desgostei
- 4-Desgostei ligeiramente
- 3- Desgostei moderadamente
- 2- Desgostei muito
- 1- Desgostei muitíssimo

Número da amostra

Valor

2-)Comente o que você mais gostou e menos gostou no produto :

+ gostei : _____

- gostei : _____

3-) Se você encontrasse este produto à venda você:

- 1() Certamente compraria
- 2() Provavelmente compraria
- 3() Talvez comprasse, talvez não comprasse
- 4() Provavelmente não compraria
- 5() Certamente não compraria

Figura 17 - Ficha utilizada no teste de aceitação das amostras de marshmallow para avaliação do sabor/ textura e intenção de compra.

Ficha de Teste de Aceitação

Nome: _____ Data : _____

1-)Por favor, prove a amostra codificada de MARSHMALLOW DE GOIABA e expresse o quanto você gostou ou desgostou da **APARÊNCIA** de cada amostra, usando a escala abaixo :

- 9- Gostei muitíssimo
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei moderadamente
- 6- Gostei ligeiramente
- 5- Nem gostei e nem desgostei
- 4- Desgostei ligeiramente
- 3- Desgostei moderadamente
- 2- Desgostei muito
- 1- Desgostei muitíssimo

Número da Amostra

Valor

2-)Comente o que você mais gostou e menos gostou no produto em relação à **APARÊNCIA** :

+ gostei : _____
- gostei : _____

3-) Se você encontrasse este produto à venda você :

- 1() Certamente compraria
- 2() Provavelmente compraria
- 3() Talvez comprasse , talvez não comprasse
- 4() Provavelmente não compraria
- 5() Certamente não compraria

Figura 18 -Ficha utilizada no teste de aceitação das amostras de marshmallow para avaliação da aparência e intenção de compra.

3.5.3 - Método de Perfil de textura

O método de perfil de textura usa termos descritivos definidos e escalas de referência já definidos para treinar os provadores quanto à intensidade de cada atributo de textura.

3.5.3.1. Treinamento dos provadores

No método de Perfil de textura de BRANDT et alii (1963), os provadores são inicialmente escolhidos com base em interesse, disponibilidade e atitude. Em seguida, os provadores escolhidos são treinados. O treinamento consiste em habituar os provadores com os atributos de textura utilizando escalas padrões destes atributos, como podem ser visto no ANEXO 1.

Os atributos selecionados foram: elasticidade, maciez e gomosidade, de acordo com as definições apresentadas nas fichas de avaliação representadas na Figura 19.

Os provadores provavam os alimentos indicados nas escalas padrões citadas no ANEXO 1 e indicavam o grau de cada atributo nestes produtos, marcando em fichas apropriadas (MORAES,1993) demonstradas nas Figuras 19.

Após duas sessões de treinamento, os provadores não encontraram mais dificuldades para descrever os atributos de cada amostra padrão.

AVALIAÇÃO DA GOMOSIDADE

Nome : _____ Data: _____

Gomosidade : é a qualidade de um alimento permanecer compacto ou denso, durante a mastigação. Quanto mais densa a massa formada durante a mastigação, maior a gomosidade. Por favor, avalie a gomosidade dos produtos dispostos sobre a mesa e ordene-os em ordem crescente de gomosidade.

PRODUTO

menos gomoso

mais gomoso

AVALIAÇÃO DA MACIEZ

Maciez : Atributo relacionado com a força requerida para romper uma substância (alimento) entre os dentes molares (para sólidos) ou entre a língua e o palato (para semi - sólidos). Quanto menor a força mais macio . Por favor, avalie a maciez dos produtos dispostos sobre a mesa e ordene-os em ordem crescente de maciez .

menos macio

mais macio

AVALIAÇÃO DA ELASTICIDADE

Elasticidade : Atributo relacionado ao grau com o qual um produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes. Velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida . Por favor, avalie a elasticidade dos produtos dispostos sobre a mesa e ordene-os em ordem crescente de elasticidade.

menos elástico

mais elástico

Figura 19 : Fichas utilizadas no treinamento de provadores para os 3 atributos de textura: gomosidade, maciez e elasticidade, utilizando as escalas padrões destes atributos (ANEXO 1).

3.5.3.2. Seleção de Provedores

Dos 20 provedores que participaram do treinamento, somente os 10 que tiveram margem de acerto acima de 60% foram selecionados para a avaliação do perfil de textura das amostras.

3.5.3.3. Avaliação das amostras

Foram avaliadas as cinco amostras, em blocos incompletos, sendo realizado um total de 10 sessões. Com os atributos já determinados, descritos em uma ficha sensorial com escala não-estruturada de 9 cm com marcação nos extremos (MORAES,1993), como pode ser visto na Figura 20, foi pedido ao provedor que avaliasse a amostra e descrevesse a intensidade dos três atributos de textura e quatro intensidades do atributo sabor , demonstrada na Figura 21.

3.5.4 - Análise do atributo Sabor

Foram avaliadas as cinco formulações de "marshmallow ", utilizando ficha sensorial com escala não-estruturada de 9 cm com marcação nos extremos (MORAES, 1993), como pode ser visto na Figura 21. O provedor avaliou as amostras quanto a intensidade de sabor característico de goiaba, sabor doce, sabor amargo e sabor residual.

Nome : _____ Data : _____

Por favor, prove cada amostra codificada de **MARSHMALLOW DE GOIABA** da esquerda para direita, avaliando a intensidade dos três (3) atributos de **TEXTURA** utilizando as escalas abaixo :

MACIEZ :

n^o da amostra

pouco
macio

muito
macio

ELASTICIDADE:

n^o da amostra

pouco
elástico

muito
elástico

GOMOSIDADE:

n^o da amostra

pouco
gomoso

muito
gomoso

Figura 20: Ficha utilizada no Método de Perfil de Textura Sensorial para avaliação da intensidade dos atributos: maciez, elasticidade e gomosidade das amostras de marshmallow.

Nome : _____ Data : _____

Por favor, prove cada amostra codificada de **MARSHMALLOW DE GOIABA** da esquerda para direita, avaliando os três (3) atributos de **SABOR** e utilize as escalas abaixo :

Intensidade de :
Sabor de goiaba
n^o da amostra

	fraco	forte
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Intensidade de :
Gosto doce
n^o da amostra

	fraco	forte
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Intensidade de:
gosto amargo
n^o da amostra

	nenhum	forte
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Intensidade de:
sabor residual
n^o amostra

	nenhum	forte
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Figura 21 : Ficha utilizada para análise da intensidade do atributo sabor das amostras de marshmallow.

3.6. Análise Estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas em microcomputador, utilizando-se programas do pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina).

Foram realizadas as seguintes análises :

- Análise de variância (ANOVA) das cinco amostras. A significância estatística das diferenças entre as médias foi determinada mediante teste de Tukey;
- Análise de variância (ANOVA) de quatro fatores (amostra, preferência, aparência e intensão de compra) para a avaliação de preferência e aceitação;
- Análise de variância (ANOVA) dos parâmetros de textura instrumental e sensorial;
- Histograma de barras (nível de aceitação do produto versus % de provadores)
- Regressão simples para o estudo de correlação entre os atributos sensoriais e instrumentais de textura;
- Análise de variância (ANOVA) das determinações físicas e químicas das cinco formulações.

4 - Resultados e Discussão

4.1. Determinações físicas e químicas do suco de goiaba

Os resultados das determinações físicas e químicas estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Determinações físicas e químicas do suco de goiaba.

Análises do suco de goiaba	Médias *
pH	3,52
Acidez titulável (g ácido málico/100g)	0,62
Açúcares redutores (%)	3,48
Açúcares não-redutores (%)	1,82
Graus Brix	6,8
Pectina (%)	0,21
Fibras(%)	0,18
Cinzas (%)	0,32
Vitamina C (mg/100g)	41,872

*** Médias de 3 determinações**

Os resultados encontrados estão de acordo com os de PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA(1983), encontrados na literatura.

PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA (1983), pesquisaram sucos comerciais de goiaba de duas marcas distintas obtendo os seguintes resultados: o valor do graus Brix (6,10 à 7,40);pH (3.50 à 3.55); acidez titulável (0.52% - 0.56%); açúcares redutores (3.45% - 5.74%); ácido ascórbico (7.43mg/100g - 44.95mg/100g) e umidade (92.09% - 92.39%) . Verificou-se ainda que os resultados estão dentro de padrões determinados nas normas técnicas do Decreto Estadual de São Paulo nº 12486/78 de 20 de Outubro de 1978.

4.2. Desenvolvimento da formulação básica e processo

Baseado em formulações existentes para marshmallow tradicional, iniciou-se o desenvolvimento do marshmallow com substitutos da sacarose e adição de suco de goiaba. O substituto da sacarose utilizado para determinar e estudar a melhor porcentagem de suco, porcentagem e Bloom da gelatina, tempo e velocidade de batimento e tempo de secagem, foi a frutose.

4.2.1. Proporção de suco de goiaba na formulação

O objetivo foi obter uma formulação com gosto característico de goiaba e agradável ao paladar. O estudo foi feito testando diversas relações sólidos da fruta em relação aos sólidos totais, utilizando-se gelatina 180^o Bloom.

A preferência dos provadores foi de 75% da preferência para a formulação com 6% de sólidos da fruta em relação aos sólidos totais, 15% da preferência para a formulação com 10% e 10% da preferência para formulação com 3% de sólidos da fruta em relação aos sólidos totais. Em média, os provadores acharam que em concentrações menores de suco, os produtos tinham pouca coloração e pouco sabor característico, enquanto que alguns provadores acharam que em maiores concentrações, resultava um produto muito ácido. Devido a preferência de suco utilizado na formulação com frutose, gelatina 180^o Bloom, a porcentagem de suco escolhida foi de 6%.

4.2.2. Concentração da gelatina

No marshmallow com 6% de sólidos do suco e frutose, foi realizado um estudo qualitativo de textura em função da concentração da gelatina de 180^o Bloom com objetivo de se obter um marshmallow leve, macio e elástico. Verificou-se que em concentrações menores que 10% (4, 6 e 8%) o marshmallow não mantinha a forma, esparramando na fôrma metálica logo ao ser pingado. Os produtos com 10 e 12% de gelatina mantiveram a estrutura depois de ser pingado. Observou-se que o produto

com concentração de 12% apresentava grumos, indicando dificuldade de dissolução na concentração da calda utilizada . Este problema poderia ser contornado com o aumento da quantidade de água na formulação. Esse procedimento é indesejável pois acarreta um aumento no tempo do processo de concentração da calda para manter a umidade final do produto. A concentração de 10% de gelatina foi escolhida.

4.2.3. Bloom da gelatina

Gelatinas com graus Bloom de 180^o, 200^o, 220^o, 250^o e 270^o, na concentração de 10% foram utilizadas para avaliar as características físicas do marshmallow, formulados com frutose e 6% de sólidos da fruta. Os resultados obtidos estão na Tabela 9.

Tabela 9 - Efeito do Bloom nas características físicas do marshmallow.

Bloom	180 ^o	200 ^o	220 ^o	250 ^o	270 ^o
Maciez	muito macia	muito macia	macia	macia	pouco macia
Aeração	heterogênea	heterogênea	homogênea	homogênea	homogênea
Elasticidade	baixa	baixa	média	alta	muito alta
Formato	instável	instável	estável	estável	estável

As amostras com Bloom 180 e 200, apresentaram-se inadequadas para a aeração desejada, tendo baixa estabilidade, perdendo o formato logo após a deposição na fôrma. De acordo com os resultados acima as gelatinas de Bloom 220^o e 250^o, conferiram aeração homogênea, textura macia e forma estável, conforme padrão tradicional. A gelatina 250 Bloom foi a escolhida por conferir a textura característica do marshmallow, nas concentrações estudadas. Com a gelatina de 270^o Bloom, o marshmallow apresentou textura semelhante a borracha, muito rígida e demasiadamente elástica.

4.2.4 Tempo e Velocidade de batimento

O tempo de batimento é um fator de grande importância quando se produz um doce aerado, pois esse tempo, define o volume final e a estabilidade do produto. A Tabela 10 demonstra o efeito do tempo e da velocidade de batimento no aspecto do produto aerado.

Tabela 10 - Efeito do tempo e da velocidade de batimento no aspecto do produto aerado.

Velocidade de batimento Tempo de batimento	Baixa rotação	Média rotação	Alta rotação
5 minutos	<ul style="list-style-type: none">• Pouca espuma• Fase líquida não aerada	<ul style="list-style-type: none">• Espuma• Fase líquida não aerada	<ul style="list-style-type: none">• Espuma estável
10 minutos	<ul style="list-style-type: none">• Pouca espuma• Fase líquida não aerada	<ul style="list-style-type: none">• Espuma• pouca fase líquida não aerada	<ul style="list-style-type: none">• Espuma estável
15 minutos	<ul style="list-style-type: none">• Espuma• Fase líquida não aerada	<ul style="list-style-type: none">• Espuma estável	<ul style="list-style-type: none">• Espuma• Fase líquida não aerada

As espumas batidas com baixa rotação à 5, 10 e 15 minutos e média rotação por 5 minutos apresentaram fase líquida indicando aeração incompleta. Observou-se que amostras batidas em alta rotação por 5 e 10 minutos e média rotação por 15 minutos não apresentavam fase líquida e no momento do pingamento não escorriam e mantinham a forma. Embora a amostra com média rotação por 10 minutos não apresentasse fase líquida no momento do pingamento, escorria e perdia a forma após depositado. A amostra submetida a alta rotação por 15 minutos também apresentou, além da fase dispersa, uma fase líquida, provavelmente pelo excesso de batimento,

pois com excesso de energia mecânica a parede das bolhas ficam bem finas fazendo com que elas se rompam e coalesçam começando a perder o volume obtido. As amostras à média rotação por 15 minutos e alta rotação por 5 e 10 minutos apresentaram aspectos semelhantes indicando boa aeração. As condições de batimento definidas para o processo foi a alta rotação por 5 minutos em função da redução do tempo de processo.

4.2.5. Tempo de secagem nos moldes metálicos

O tempo de secagem nas bandejas (molde) deve ser o mínimo necessário apenas para gelificar o produto no formato definitivo e promover a secagem da película externa de forma a permitir um manuseio adequado durante a embalagem e evitar que grudem após o acondicionamento. O efeito do tempo de secagem nas características do marshmallow preparado com calda com 6% de sólidos de goiaba, 10% de gelatina 250^o Bloom, após o batimento em alta rotação por 5 minutos, pode ser avaliado através da Tabela 11 .

Tabela 11 - Efeito do tempo de secagem na textura do marshmallow

Tempo de secagem (horas)	Característica do marshmallow
2 hs	fina película, centro líquido
6 hs	fina película, centro líquido
12hs	centro pegajoso
18 hs	textura boa para corte
24 hs	textura boa para corte
30 hs	textura boa para corte, camada externa endurecida

A secagem influencia na característica do marshmallow. Com o tempo secagem de 2 e 6 horas o marshmallow apresentou uma película muito fina e o centro líquido, não apresentando a característica de textura desejada. Com 12 horas de secagem

embora a camada externa estivesse adequada para o manuseio, o centro apresentava-se pegajoso, dificultando o corte. Com a secagem de 18 e 24 horas, o marshmallow apresentou uma boa textura para o corte. Finalmente, com 30 horas de secagem, a textura apresentava-se boa para corte porém com a camada externa endurecida. De acordo com estes resultados, optou-se pela retirada do marshmallow em 18 horas, tempo mínimo para se obter boa textura para manuseio e corte.

4.3. Efeito dos substitutos da sacarose nas propriedades do marshmallow

Este estudo foi realizado na formulação básica de frutose, com 6% de sólidos do suco (base seca), 10% de gelatina Bloom 250⁰ (amostra1). Nas demais amostras a frutose foi parcialmente substituída por sorbitol (amostra2); maltitol (amostra3); polidextrose (amostra4) e totalmente substituído por uma mistura de maltitol e polidextrose (amostra5). Estas formulações foram processadas conforme fluxograma da Figura 12, seguindo tempo e velocidade de batimento e tempo de secagem determinados nos itens (4.2.4) e (4.2.5) respectivamente.

4.3.1. Determinações físicas e químicas das caldas de marshmallow.

Os valores de pH, acidez titulável, açúcares redutores, graus Brix e viscosidade estão na Tabela 12. Pode-se observar que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cinco amostras para determinações de pH e acidez titulável.

Analisando os açúcares redutores, a amostra 1 (frutose) diferenciou-se significativamente das demais, apresentando o maior valor de açúcares redutores, que corresponde basicamente ao teor de frutose adicionado à formulação, também existe contribuição de açúcar redutor proveniente do suco de fruta, o qual possui uma quantidade expressiva de frutose. As amostras 2 (frutose/sorbitol), amostra 3 (frutose/maltitol) e amostra 4 (frutose/polidextrose), não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), sendo que estas amostras tiveram em sua formulação metade da quantidade total de adoçantes em frutose, a qual é um açúcar redutor, sendo a outra parte, o substituto. O sorbitol, xarope de maltitol e polidextrose possuem

uma quantidade inexpressiva de açúcar redutor, não contribuindo significativamente em redutores, conforme as suas especificações. A amostra 5 (maltitol/polidextrose), também se diferenciou significativamente das demais ($p < 0,05$), pois na sua formulação não se tem a presença de frutose e nem de outro redutor, obtendo assim uma quantidade bem pequena de açúcares redutores, sendo que esses são provenientes do suco de fruta. Os resultados podem ser visto na Tabela 12.

Na determinação do grau Brix das caldas, as cinco formulações não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). A pequena variação observada pode ser explicada pelo uso do método do ponto de ebulição à 105°C para verificar o ponto final de concentração. Os substitutos apresentam pequenas diferenças com relação ao ponto de concentração e ponto final de ebulição.

Em relação à viscosidade, conforme demonstra a Tabela 12, todas as caldas apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). Apesar dessas diferenças serem significativas, não são de grandes valores. Todos os substitutos da frutose provocaram aumento da viscosidade. As amostras de sorbitol e polidextrose apresentaram valores intermediários. Os maiores valores de viscosidade foram apresentados pelas amostras 3 (frutose/maltitol) e 5 (maltitol/polidextrose). A combinação maltitol e polidextrose resultou em um produto de máxima viscosidade, o que era de se esperar, pois o xarope de maltitol é o produto mais viscoso seguido da polidextrose. Verificou-se que na mistura destes adoçantes com frutose, manteve-se a relação de viscosidade dos xaropes individuais. A ordem crescente de viscosidade em uma concentração de 70% à 40°C com base na literatura é : frutose (43cP); sorbitol (50 cP); polidextrose (300 cP) e xarope de maltitol (450 cP). De acordo com os resultados apresentados, verificamos que na mistura destes adoçantes, esta ordem também se manteve.

Os valores da viscosidade encontrados nestes produtos estão dentro da faixa de valores encontrados na literatura para marshmallow. Segundo TIEMSTRA (1964b) caldas de marshmallow próximas à 50°C com concentração de 72,6% à 80,6% de sólidos, apresentaram viscosidade de 100 à 300cP respectivamente.

Tabela 12- Determinações físicas e químicas das Caldas de Marshmallow.

Análises	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	F (Amostras)
pH	4,35a	4,33a	4,28a	4,27a	4,31a	1,68 n.s.
Acidez titulável (% ácido málico)	0,29a	0,32a	0,31a	0,30a	0,28a	1,76 n.s.
Açúcares redutores em glucose (%)	68,72a	34,22b	34,33b	35,06b	2,80c	2482,05 *
graus Brix	72,92a	72,58a	72,83a	72,75a	73,10a	1,71 n.s.
Viscosidade (cP)**	191,8d	194,2e	201,3b	199,3c	207,5a	2764,24 *

Viscosidade (cP)** - splindle 2, velocidade 60 rpm, calda à 45°C .

* significativo à 5%

n.s. não significativo

Amostra 1: Frutose

Amostra 2: Frutose e Sorbitol

Amostra 3: Frutose e maltitol

Amostra 4: Frutose e polidextrose

Amostra 5: maltitol e Polidextrose

4.4. Determinação das densidades da calda, do aerado e do produto final

O efeito dos açúcares substitutos na densidade da calda, do aerado e do produto final pode ser avaliado através da Tabela 13. De acordo com os resultados, verificou-se que as cinco amostras de calda não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) para a densidade da calda, provavelmente por estarem com o grau Brix muito próximos, também sem diferença significativa.

Tabela 13 - Médias dos resultados de densidades de calda, aerado e marshmallow produto final

Densidade(g/cm ³)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	F (Amostra)
Calda	1,25a	1,27a	1,28a	1,29a	1,30a	1,89 n.s.
Aerado	0,34c	0,35c	0,42b	0,36b	0,73a	270,3 *
Marshmallow produto final	0,40c	0,42c	0,45b	0,44b	0,76a	113,75 *

* significativo à 5%

n.s. não significativo

Amostra 1 : Frutose

Amostra 2 : Frutose / Sorbitol

Amostra 3 : Frutose / maltitol

Amostra 4 : Frutose/ polidextrose

Amostra 5 : maltitol/ polidextrose

Na determinação da densidade do aerado de marshmallow, as amostras 1 (frutose) e 2 (frutose/sorbitol) que obtiveram menores valores, não apresenta diferença significativa entre si ($p < 0,05$). A amostra 4 (frutose/polidextrose) e 3 (frutose/xarope de maltitol) não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), obtendo valores intermediários de densidade. A amostra 5 (xarope de maltitol/polidextrose) se diferenciou significativamente das demais tendo o valor mais alto de densidade, seguida da amostra 3(frutose/maltitol), o que se deve a presença de xarope de maltitol nas formulações. Já o sorbitol e a frutose, foram os substitutos que produziram aerado de marshmallow com menor densidade. A densidade do produto final foi sempre maior que do produto aerado, verificando-se que a perda de

volume durante a secagem, foi mais significativa que a perda de umidade nos moldes. Verificou-se ainda, que os valores obtidos estão próximos da faixa de valores existentes na literatura para marshmallow extrudado, que é de 0,25-0,35g/cm³ (GROSSO,1972). Para marshmallow depositado o valor varia entre 0,40-0,50g/ cm³ (GARCIA,1995).

4.5. Efeito dos substitutos da sacarose no "overrun" de marshmallow

A densidade é a relação entre massa e volume. O nível de incorporação de ar "overrun" , é a relação entre o volumes, volume do produto aerado (volume final) e o volume da calda (volume inicial). O "overrun" foi determinado indiretamente através da relação entre as densidades, densidade da calda e densidade do aerado apresentadas na Tabela 13. O "overrun" pode ser expresso em porcentagem ou em número de vezes o volume inicial. A Tabela 14 demonstra os valores de "overrun" das cinco formulações.

Tabela 14 - Efeito dos substitutos da sacarose no "overrun"

Amostras	"Overrun"	
	n° de vezes o volume inicial = $\frac{dc}{da}$	%
Amostra 1	3,67a	268a
Amostra 2	3,62a,b	263a,b
Amostra 3	3,04d	258d
Amostra 4	3,58c	205c
Amostra 5	1,78d	78d

Conforme pode ser observado na Tabela 14, as amostras 1 (frutose) e 2 (frutose/sorbitol) não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) nos valores de "overrun". Porém, a amostra 1 (frutose) foi a que apresentou valor mais elevado de "overrun" (268%). As demais amostras frutose e maltitol, frutose e polidextrose e maltitol com polidextrose ,diferenciam -se entre si e das amostras 1 e 2.

A amostra 5 (maltitol e polidextrose) apresentou menor incorporação de ar (78%). Conforme o tipo de misturas entre os substitutos da sacarose, o "overrun" varia dentro de uma faixa de (1,78 - 3,67) ou (78 - 268%). Os níveis de "overrun" estão de acordo com TIEMSTRA (1964), que obteve uma faixa que varia entre (1,5 - 4,0) para marshmallows.

4.6. Relação entre viscosidade e "overrun"

A viscosidade é um fator que influi diretamente na capacidade de incorporação de ar no produto final. Extremos de viscosidade não proporcionam boa aeração (GARCIA,1988). O gráfico apresentado na Figura 21 mostra que amostras que tiveram valores mais altos de viscosidade, aeraram menos e amostras menos viscosas, aeraram mais.

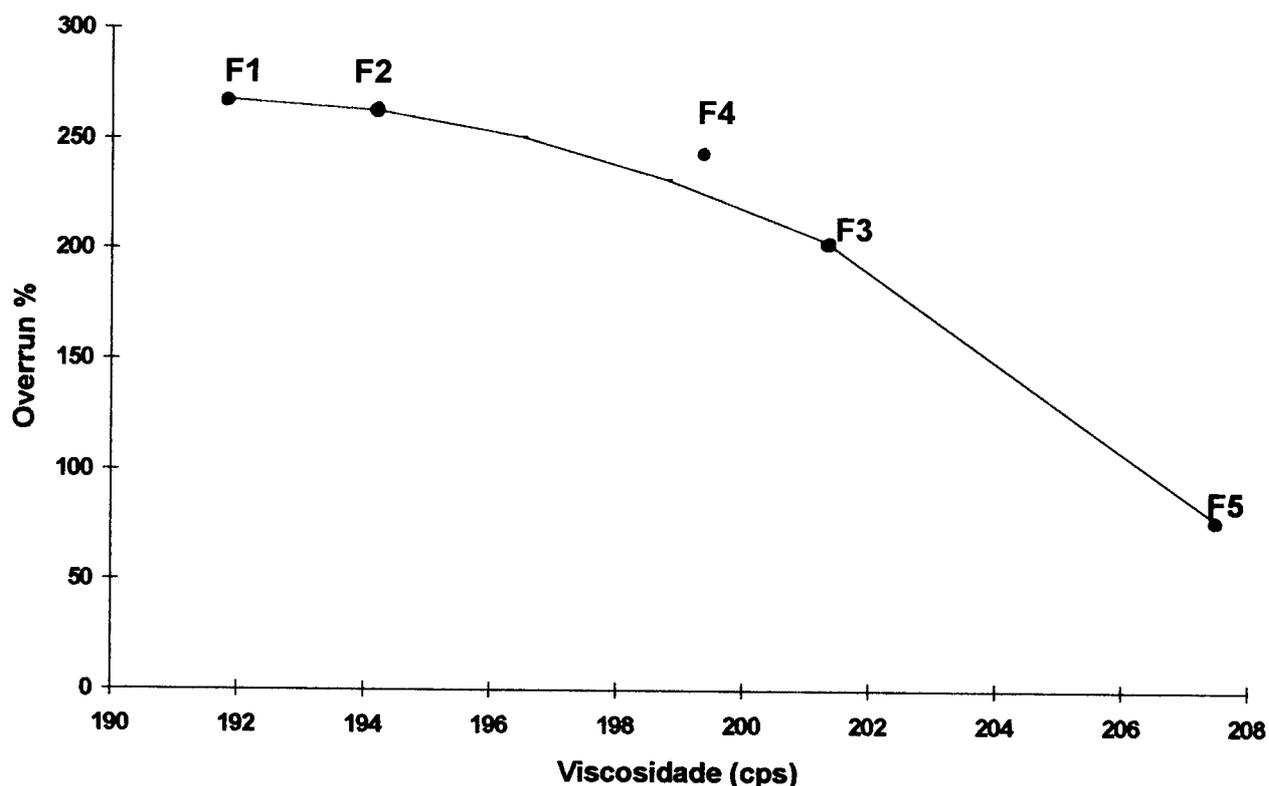


Figura 21 - Relação entre as viscosidades das caldas e o nível de aeração obtido nas cinco formulações.

As amostras (F1) e (F2), frutose e frutose/ sorbitol respectivamente obtiveram menores valores de viscosidade e maiores porcentagem de "overrun". A amostra com a mistura maltitol e polidextrose (F5), obteve a viscosidade maior (208cps) e menor incorporação de ar (78%). Esses valores de viscosidade estão de acordo com TIEMSTRA (1964a,b) que observou que os níveis de viscosidade para caldas de marshmallow estão entre 150 a 300cps.

4.7. Determinações físicas e químicas do marshmallow produto final

Pode-se observar pelos resultados demonstrados na Tabela 15, que os produtos finais não tiveram diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores de pH sendo que o pH medido do marshmallow foi de 4,38.

Para o teor de umidade(%), as cinco amostras apresentaram diferença significativa($p < 0,05$). Vários fatores relacionados com os diferentes adoçantes podem ter afetado o nível de umidade final, possivelmente uma pequena diferença no teor de sólidos da calda, a diferença de pressão de vapor entre as soluções dos diversos adoçantes, porosidade (facilidade para a saída de vapor de água) e o volume (maior ou menor área de contato com a superfície de troca). Parece que o efeito da porosidade e volume foi significativo, uma vez que a amostra 5 (maltitol/ polidextrose) que apresentou menor volume, com " overrun" de 2,72 foi o que reteve mais umidade. Por outro lado a amostra 1 (frutose) que apresentou "overrun" de 3,51 foi a que perdeu mais umidade.

Na determinação da atividade de água, todas as cinco amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). CAKEBREAD (1976) estudou a atividade de água em marshmallows e observou que ficava na faixa de 0,75 a 0,85. A faixa de atividade de água para os marshmallows com substitutos de sacarose esta entre 0,82 a 0,90. As amostras 1 (frutose) e 4 (frutose e polidextrose) apresentaram valores mais baixos para atividade de água 0,84 e 0,82 respectivamente. As amostras 5 (maltitol e polidextrose) e 3 (frutose e maltitol) apresentaram os valores mais altos (0,90) e (0,87) respectivamente.

Tabela 15 - Determinações físicas e químicas nos Marshmallows produto final .

Análises	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	F (Amostras)
pH	4,39a	4,36a	4,37a	4,38a	4,40a	1,81 n.s.
Umidade (%)	19,93e	22,84b	21,82c	20,92d	24,35a	79,9 *
Vitamina C (mg/100g)	19,31a	19,51a	19,08a	19,36a	19,20a	1,95 n.s.
Atividade de água (aW)	0,840d	0,855c	0,878b	0,825e	0,911a	10,61*
Proteína (g/100g)	15,68a	15,71a	15,70a	15,69a	15,72a	1,70 n.s.

* significativo à 5%

n.s. não significativo

Amostra 1: Frutose

Amostra 2: Frutose e Sorbitol

Amostra 3: Frutose e maltitol

Amostra 4: Frutose e Polidextrose

Amostra 5: maltitol e Polidextrose

A quantidade de proteína no produto final é em média de 15,7g/100g. O teor de vitamina C utilizado na formulação foi de 41,872mg/100g de suco. A quantidade de vitamina C no produto final foi de 19,37 mg/100g em base seca. O produto final contém 46% do total de vitamina C adicionado no início do processamento. Houve uma perda de 54% no teor de vitaminaC durante o processo. A quantidade de proteína e vitamina C determinadas nas cinco amostras de marshmallows acabados, não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si, como pode ser visto na Tabela 15, o que é explicável, pois a fonte significativa de proteína é a gelatina e de vitamina C o suco que foram adicionados às cinco formulações nas mesmas concentrações.

4.8. Redução calórica

A energia proveniente dos alimentos podem ser expressas em calorias, ou mais corretamente em quilocaloria (Kcal). Na bomba calorimétrica o alimento sofre combustão completa em uma atmosfera rica em oxigênio. A bomba calorimétrica determina a energia bruta, não a biodisponível, no entanto para fins nutricionais o parâmetro de maior interesse é a energia biodisponível. Os valores de energia biodisponível de acordo com a legislação Brasileira e o MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) são: para proteínas 4Kcal, gordura 8,9Kcal, carboidratos 4Kcal, polióis 2,4Kcal e polidextrose 1,0Kcal (CÂNDIDO & CAMPOS,1995). As reduções calóricas conferidas pelos substitutos da sacarose nas cinco formulações foram calculadas em função dos valores calóricos da fórmula tradicional apresentada na Tabela 16 .

Tabela 16 - Valor calórico da fórmula tradicional

Ingredientes	%	Valor calórico
Gelatina	5,4	21,6Kcal
Sacarose	81,1	324,4Kcal
Xarope de glucose	10,8	43,2Kcal
Gordura	2,7	24,1Kcal
TOTAL	100	413,3Kcal

Com base na Tabela 16, foram calculadas as reduções calóricas conferidas pelos substitutos da sacarose no produto final. Estes resultados estão expressos na Tabela 17.

Pela Portaria nº 122 de 24 de Novembro de 1995, todas as cinco formulações de marshmallow, podem ser classificadas como alimento para fins especiais, "alimentos modificados", os quais são definidos como: "aqueles aos quais se agregam, subtraem ou substituem (total ou parcialmente) um ou mais ingredientes em relação ao alimento convencional correspondente, de modo a se obter alimentos que cumpram com a finalidade a que se destinam". Neste caso, os marshmallows poderiam ser classificados como "alimento modificado em sua composição glicídica".

A amostra 1 (frutose) não apresentou redução calórica em comparação com a formulação tradicional. Na literatura médica, segundo ATTIA (1993); KOH (1985) e NABORS (1986) citados por CÂNDIDO & CAMPOS (1995), a substituição da sacarose por frutose na dieta apresenta grandes vantagens em vários estados clínicos tais como diabete, obesidade e hipoglicemia reativa. Segundo DELAURE, et alii (1992); JOHNSON (1991); NAUTA & CAMAGGIO (1991) e PENNY (1992) citados por CÂNDIDO & CAMPOS (1995), a frutose é amplamente utilizada em produtos alimentícios para diabéticos, desde que não ultrapasse a dose de 0,5 - 1g /dia / Kg de peso corpóreo. Do ponto de vista dietético, demonstrou-se que a ingestão de um alimento ou bebida que contenha frutose gera redução de apetite. SHAFRIR (1991) sugeriu que hajam mais estudos sobre os problemas associados a elevada ingestão de frutose, principalmente sobre hiperlipidemia, em função do mercado de produtos contendo frutose estar em amplo desenvolvimento.

A amostra 2 (frutose e sorbitol) e amostra 3 (frutose e maltitol), onde a sacarose foi substituída por frutose e sorbitol e frutose e maltitol na relação 1:1 respectivamente, houve uma redução de aproximadamente 20% do valor calórico. De acordo com a portaria já citada, estes produtos poderiam ser classificados como alimentos para fins especiais, modificados em sua composição glicídica reduzidos em açúcares (mono e

dissacarídeos) " . Ainda conforme a mesma portaria, estes marshmallows poderiam ser rotulado como "light " por terem cumprido o atributo "reduzido" .

A amostra 4 com frutose e polidextrose apresentou uma redução calórica em relação à formula tradicional de 34%. Por apresentar redução calórica maior que 25% este produto pode ser classificado como alimentos para fins especiais, modificado com " valor energético reduzido " e "reduzido em açúcares" , por cumprir também com este atributo, o que lhe permite também ser rotulado como "light " .

A amostra 5 formulada com maltitol e polidextrose apresentou a maior redução calórica (53%). Conforme discussão acima, também poderia ser classificada como "light " . De acordo com a legislação pode ser ainda classificada como alimento para fins especiais, modificado "sem adição de açúcares" .

Ainda citando os alimentos para fins especiais, além da categoria "alimentos modificados" , esta portaria define um grupo de "alimentos dietéticos" que são : "aqueles especialmente formulados e/ou produzidos de forma que sua composição atenda necessidades dietoterápicas específicas de pessoas com exigências físicas, metabólicas, fisiológicas e/ou patológicas particulares" , são alimentos para dietas com "restrição de açúcares" (mono e dissacarídeos). Este grupo apresenta várias categorias já citadas. Devido as reduções calóricas obtidas nas formulações 2 (frutose e sorbitol), 3 (frutose e maltitol), 4 (frutose e polidextrose) e 5 (maltitol e polidextrose) acreditamos que poderiam estar classificadas como alimentos para fins especiais, dietéticos para dietas para controle de peso.

Segundo diversos pesquisadores (Tabela 5) , os polióis utilizados nas formulações, assim como a polidextrose (GIESE,1993 ; MOPPETT,1991; TORRES & THOMAS,1981), conferem vantagens de uso destes produtos por diabéticos.

Tabela 17 - Redução calórica conferida pelos substitutos da sacarose no produto final.

Amostra	% de Subst. em relação à sacarose				Polidextrose 1,0 Kcal/g	Redução calórica	
	Frutose 4,0 Kcal/g	Sorbitol 2,4 Kcal/g	Maltitol 2,4 Kcal/g	em relação à sacarose		em relação a fórmula tradicional	
Amostra 1	100	-	-	-	-	0 %	0 %
Amostra 2	50	50	-	-	-	20 %	19,5 %
Amostra 3	50	-	50	-	-	20 %	19,5 %
Amostra 4	50	-	-	-	50	37,5 %	33,7 %
Amostra 5	-	-	50	50	50	57,5 %	52,9 %

Amostra 1: Frutose

Amostra 2: Frutose e Sorbitol

Amostra 3: Frutose e maltitol

Amostra 4: Frutose e Polidextrose

Amostra 5: Maltitol e Polidextrose

4.9. Análise Sensorial

4.9.1. Aceitação dos "marshmallows " - Sabor e Textura

Os resultados do teste de aceitação quanto à sabor e textura estão apresentados na Figura 23 e são complementadas pela Tabela 18, que apresenta as médias obtidas pelas cinco amostras de "marshmallow "e os resultados do teste de Tukey.

As reações dos consumidores pesquisados com relação a sabor e textura de "marshmallow "estão expressas na Figura 23 . Como pode ser observado 26,6% dos provadores reportam " gostar muitíssimo " da amostra 1 formulado com frutose, 46,9% dos provadores " gostaram muito ", 16,6% "gostaram moderadamente " , 6,6% "gostaram ligeiramente "e 3,3% "desgostaram moderadamente " da amostra 1 (frutose). Para a amostra 2 (frutose e sorbitol), 13,3% dos provadores "gostaram muitíssimo ", 36,8% reportaram "gostar muito ", 40% "gostaram moderadamente ", 3,3% "gostaram ligeiramente " e 6,6% "nem gostaram e nem desgostaram " . Como pode ser observado, 13,4% dos provadores reportaram "gostar muitíssimo "do sabor e textura da amostra 3 (frutose e maltitol), 26,7% "gostaram muito ", 23,3% "gostaram moderadamente ", 13,3% "gostaram ligeiramente ", 10% "não gostaram e nem desgostaram " e 13,3% dos provadores "desgostaram ligeiramente ". Para a amostra 4 (frutose e polidextrose), 16,6% dos provadores "gostaram muitíssimo ", 40% "gostaram muito ", 23,4% "gostaram moderadamente " e 10% "gostaram ligeiramente ". Para a amostra 5 (maltitol e polidextrose), 3,4% dos provadores reportaram "gostar muitíssimo ", 16,7% "gostaram muito ", 13,3% "gostaram moderadamente ", 16,6% "gostaram ligeiramente " ,10% "nem gostaram e nem desgostaram ",20% "desgostaram moderadamente " , 10% "desgostaram ligeiramente " e 10% " desgostaram muito " .

Os resultados da Análise de Variância (Tabela 18) demonstram que as médias das formulações 1 (frutose), 2 (frutose e sorbitol), 3 (frutose e maltitol) e 4 (frutose e polidextrose) não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância entre si, porém diferem da amostra 5 (maltitol e polidextrose). As amostras caíram na região de aceitação, sendo que a amostra 1 (frutose) foi a melhor aceita seguida da amostra 4

(frutose e polidextrose) e amostra 2 (frutose e sorbitol) ao ser avaliado o sabor e textura dos "marshmallows".

De uma forma global, pode-se dizer que os provadores indicaram que a aceitabilidade da amostra 1 (frutose) situou-se entre "gostei muitíssimo" e "gostei muito", a amostra 2 (frutose e sorbitol) e 4 (frutose e polidextrose) situaram-se entre "gostei muito" e "gostei moderadamente" e a amostra 5 (maltitol e polidextrose) situou-se entre "gostei ligeiramente" e "desgostei ligeiramente".

4.9.2. Aceitação dos "marshmallows" - Aparência

Os resultados do teste de aceitação quanto a aparência, estão apresentadas na Figura 24 e são complementadas pela Tabela 18, que apresenta as médias obtidas pelas cinco amostras e os resultados do teste de Tukey. As reações dos consumidores pesquisados com relação à aparência do "marshmallow" estão expressas na Figura 24.

Como pode ser observado para a amostra 1 (frutose), 6,8% dos provadores reportam "gostar muitíssimo" da aparência desta amostra, 40% "gostaram muito", 33,5% "gostaram moderadamente", 16,7% "gostaram ligeiramente" e 3% "nem gostaram e nem desgostaram". Para a amostra 2 (frutose e sorbitol), 10% dos provadores "gostaram muitíssimo", 50% "gostaram muito", 37% "gostaram moderadamente" e 3% "nem gostaram e nem desgostaram". Para a amostra 3 (frutose e maltitol), 20% dos provadores demonstraram "gostar muitíssimo" a aparência do produto, 40% "gostaram muito", 30% "gostaram moderadamente" e 10% "gostaram ligeiramente".

Como pode ser observado, 23% dos provadores "gostaram muitíssimo" da aparência da amostra 4 (frutose e polidextrose), 60% dos provadores "gostaram muito" e 17% "gostaram moderadamente".

Para a aparência da amostra 5 (maltitol e polidextrose), 7% dos provadores reportam "gostar muito" da aparência do produto, 13% dos provadores reportam "gostar moderadamente", 27% "gostaram ligeiramente", 10% "nem gostaram e nem desgostaram", 27% "desgostaram moderadamente", 3% "desgostaram ligeiramente" e 13% "desgostaram muito".

Tabela 18 - Médias de Aceitação dos Marshmallows quanto à aparência, sabor e textura, em escala de 0 a 9.

Aceitação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	F (Amostras)
Aparência	8,32a	7,98a	7,93a	7,81a	6,02b	42,23 *
Sabor e textura	8,06a	7,70a	7,63a	7,30a	5,01b	38,19 *

* significativo à 5%

Amostra 1: Frutose

Amostra 2: Frutose e Sorbitol

Amostra 3: Frutose e maltitol

Amostra 4: Frutose e Polidextrose

Amostra 5: maltitol e Polidextrose

4.9.3. Intenção de compra - Sabor e textura

As reações dos consumidores pesquisados com relação à intenção de compra quanto a sabor e textura do "marshmallow" estão expressas na Figura 25. Como pode ser observado, 43,4% dos consumidores "certamente comprariam" a amostra 1 (frutose) pelo seu sabor e textura, 40% "provavelmente comprariam", 13,3% "talvez comprasse, talvez não comprassem" e 3,3% "provavelmente não comprariam" o produto. Para a amostra 2 (frutose e sorbitol), 26,6% dos consumidores "certamente comprariam", 53,4% "provavelmente comprariam", 16,7% "talvez comprassem, talvez não comprassem" e 3,3% "provavelmente não comprariam" a amostra 2 pelo seu sabor e textura. Como pode ser observado 13,3% dos consumidores "certamente comprariam" a amostra 3 (frutose e maltitol), 50% "provavelmente comprariam", 30% "talvez comprasse, talvez não comprasse" e 6,7% "provavelmente não comprariam" a

amostra 3. Para a amostra 4 (frutose e polidextrose), 43,4% dos consumidores "certamente comprariam " pelo sabor e textura, 36,6% "provavelmente comprariam" e 10% "provavelmente não comprariam ". Para a amostra 5 (maltitol e polidextrose), 3,3% dos consumidores "certamente comprariam ", 26,7% "provavelmente comprariam" , 23,4% "talvez comprasse, talvez não comprasse " , 30% "provavelmente não comprariam " e 16,6 % "certamente não comprariam " o produto pelo sabor e textura. Com base nos resultados, observa-se que nenhuma das amostras foram rejeitadas pelos consumidores ao analisar o sabor e textura dos produtos.

4.9.4. Intenção de compra - Aparência

As reações dos consumidores pesquisados com relação à intenção de compra quanto à aparência de "marshmallow " estão expressas na Figura 26. Como pode ser observado 23,4% dos consumidores "certamente comprariam " a amostra 1 (frutose) pela aparência, 60% "provavelmente comprariam " e 16,6% "talvez comprasse, talvez não comprasse " . Para a amostra 2 (frutose e sorbitol), 20% dos consumidores "certamente comprariam " o produto, 66% "provavelmente comprariam " e 14% " talvez comprasse, talvez não comprasse " . Como pode ser observado 30% dos consumidores pesquisados "certamente comprariam " a amostra 3 (frutose e maltitol) pela aparência, 53,4% "provavelmente comprariam "e 16,6% "talvez comprasse, talvez não comprasse ". Para a amostra 4 (frutose e polidextrose) , 13% dos consumidores "certamente comprariam " e 17% "provavelmente comprariam " . Para a amostra 5 (maltitol e polidextrose), 16,6% dos consumidores "provavelmente comprariam " pela aparência, 30% "talvez comprasse, talvez não comprasse " , 43,4% "provavelmente não comprariam " e 10% " certamente não comprariam " o produto pela aparência. Com base nos resultados , observa-se não ter havido rejeição à intenção de compra quanto à aparência dos produtos, pois a maioria das porcentagens obtidas referem-se à "certamente compraria " e "talvez comprasse, talvez não comprasse " . Deve-se notar que mesmo a amostra 5 (maltitol e polidextrose) não apresentou em média rejeição, uma vez que apresentou apenas 10% de resposta para "certamente não compraria " o produto pela aparência, como pode ser observado na Figura 26.

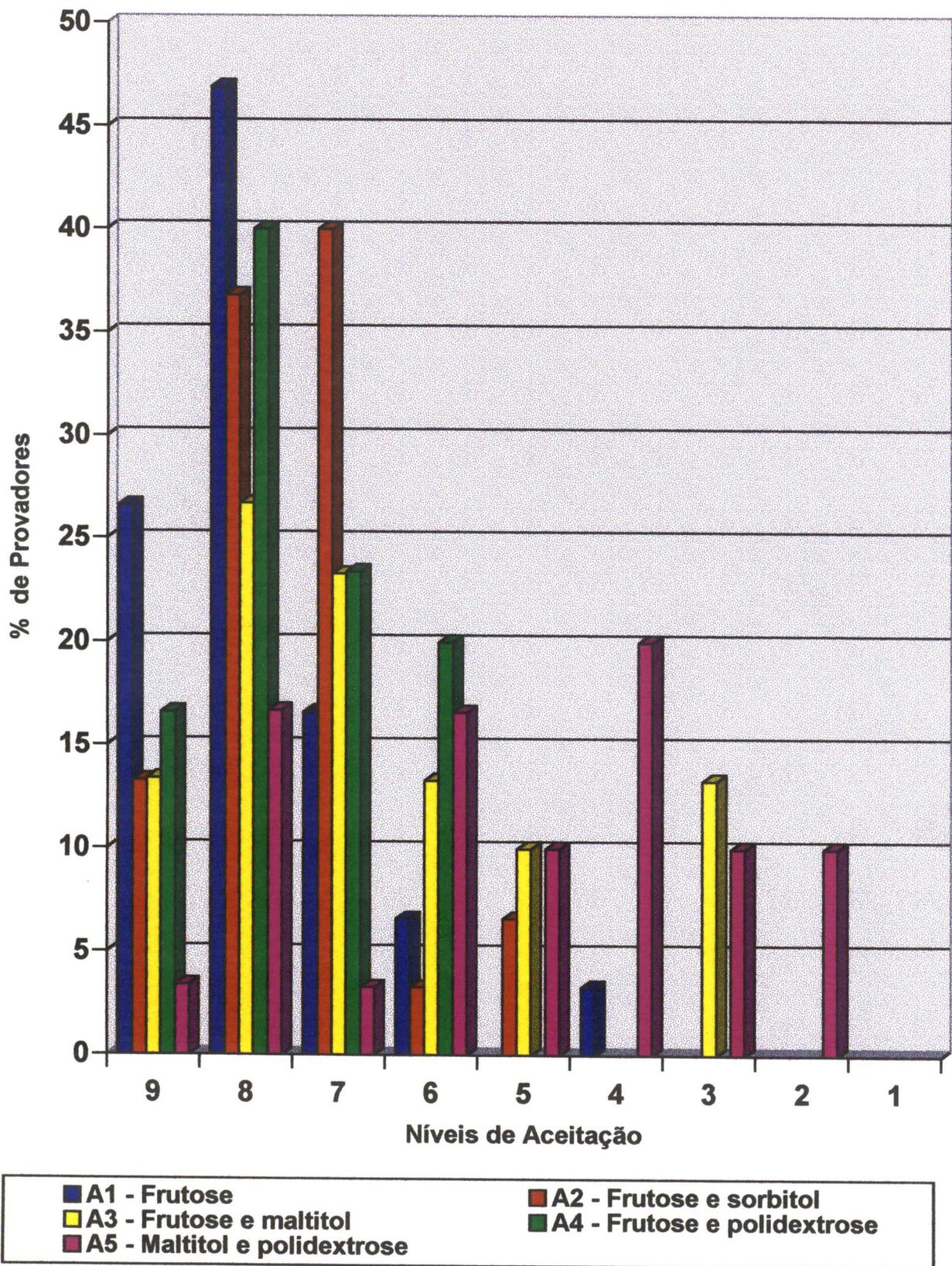


Figura 23 - Níveis de aceitação do sabor e textura de "marshmallow"

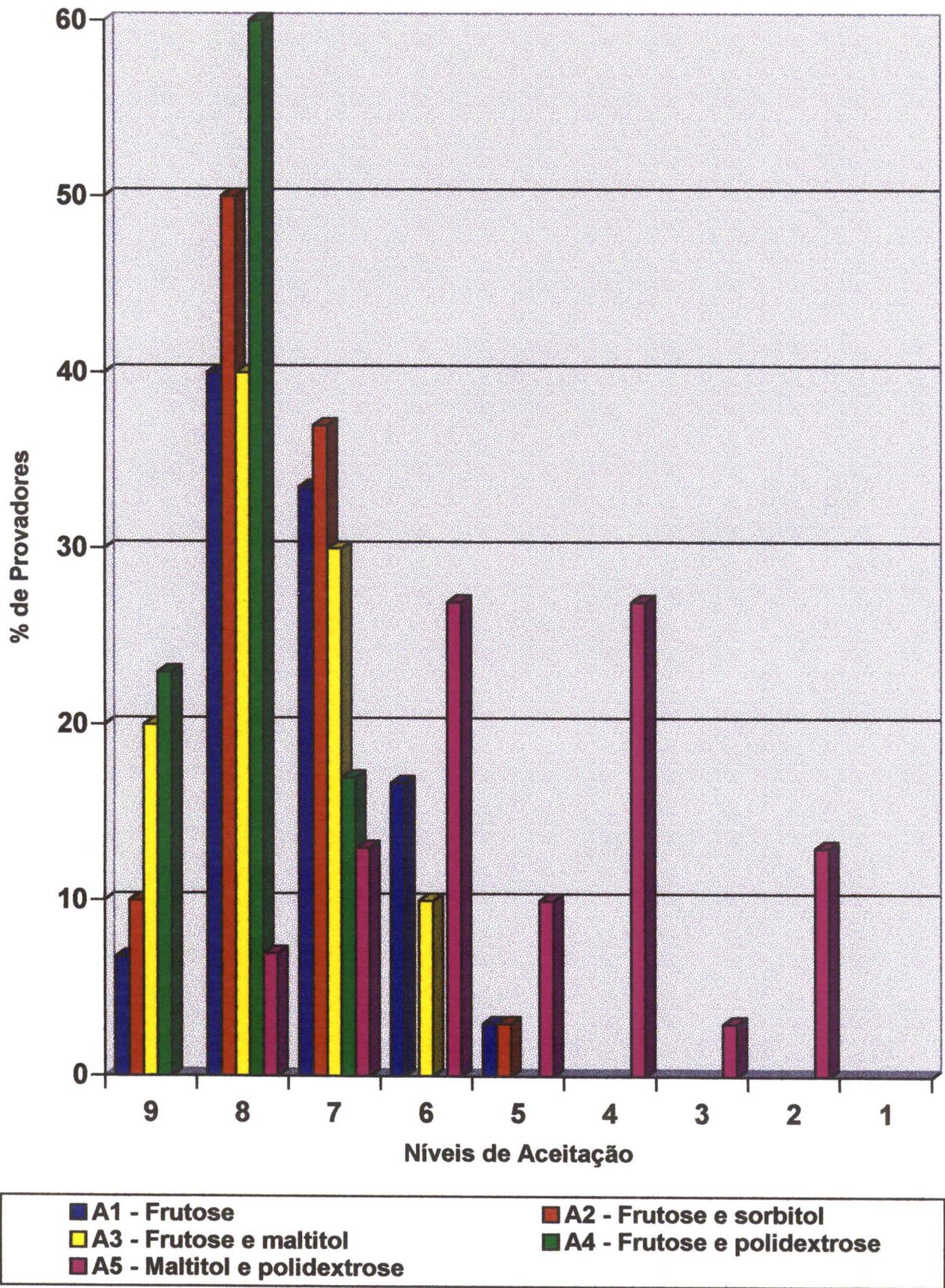
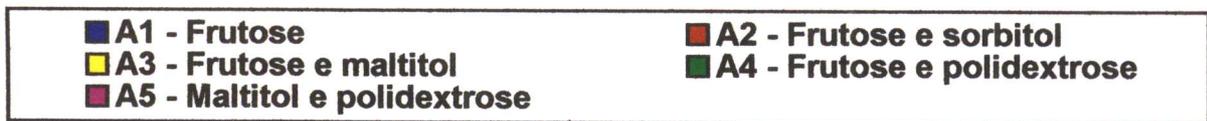
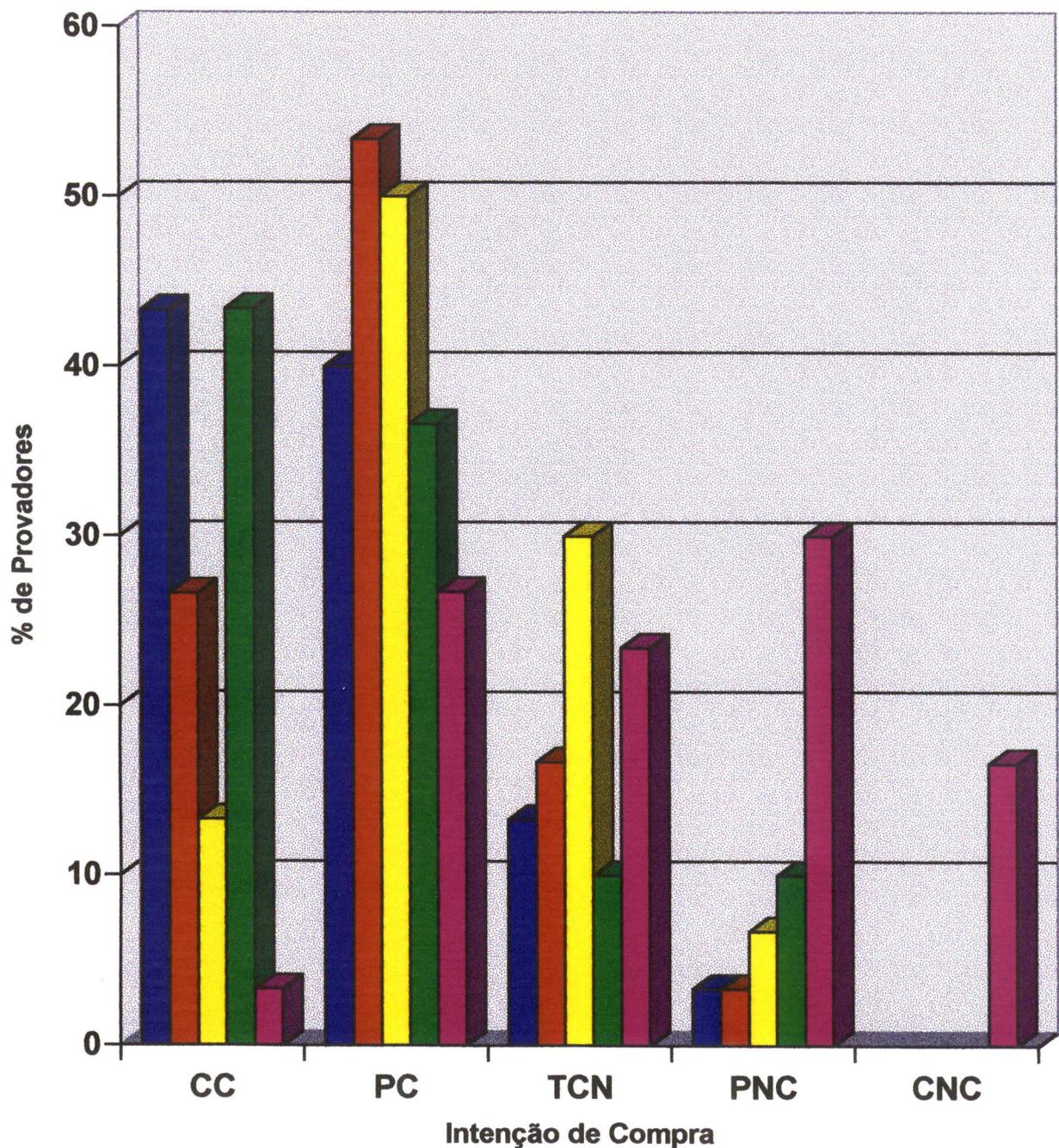
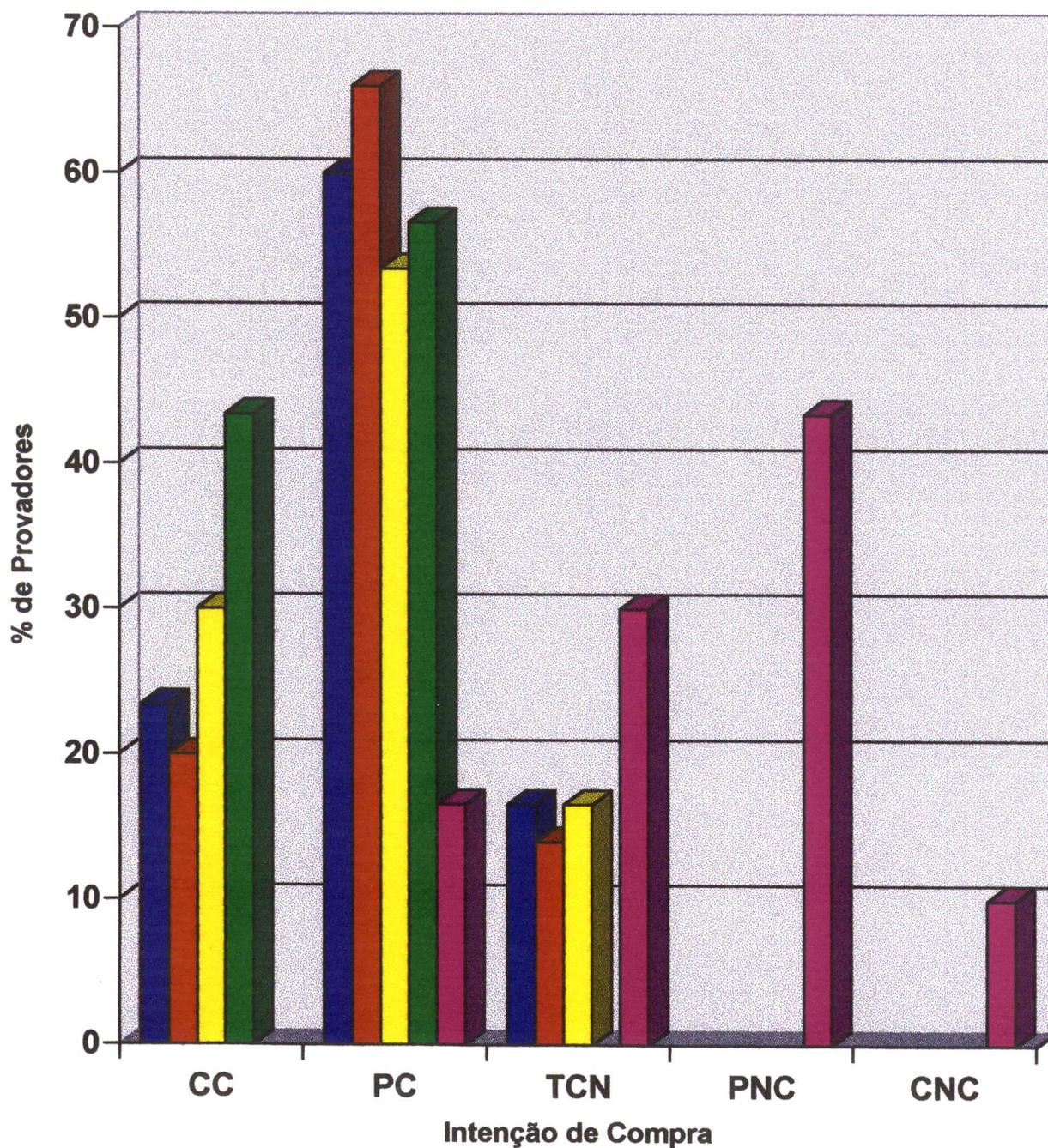


Figura 24 - Níveis de aceitação da aparência de "marshmallow"



CC - Certamente Compraria
 PC - Provavelmente Compraria
 TCN - Talvez Comprasse, Talvez Não Comprasse
 PNC - Provavelmente Não Compraria
 CNC - Certamente Não Compraria

Figura 25 - Intenção de compra quanto a sabor e textura de "marshmallow"



■ A1 - Frutose	■ A2 - Frutose e sorbitol
■ A3 - Frutose e maltitol	■ A4 - Frutose e polidextrose
■ A5 - Maltitol e polidextrose	

CC - Certamente Compraria
 PC - Provavelmente Compraria
 TCN - Talvez Comprasse, Talvez Não Comprasse
 PNC - Provavelmente Não Compraria
 CNC - Certamente Não Compraria

Figura 26 - Intenção de compra quanto a aparência de "marshmallow"

4.9.5. Análise do atributo Sabor

Na análise do atributo sabor, foram avaliados os marshmallows quanto ao : sabor característico de goiaba, sabor doce, sabor amargo e sabor residual. Os resultados são demonstrados na Tabela 19.

4.9.5.1. Sabor característico de goiaba

O sabor característico de goiaba foi avaliado numa escala de 0 a 9 entre os conceitos muito fraco e muito forte respectivamente. Conforme os resultados da Tabela 16, verificou-se que as amostras 1 (frutose) e 2 (frutose /sorbitol) foram as melhores, apresentando um resultado que consideramos ótimo , com notas próximas de 8,0. As amostras 3 (frutose/maltitol) e 4 (frutose/polidextrose) não apresentaram diferença significativa entre si, porém se distinguiram das amostras 1 (frutose), 2 (frutose/sorbitol) e 5 (maltitol/polidextrose), apresentando valores intermediários próximos de 7,0. A amostra 5 (maltitol/polidextrose), com nota 6,14 foi a que apresentou menor intensidade para o sabor característico de goiaba.

Verificou-se assim que a frutose e o sorbitol comparativamente com os demais substitutos da sacarose realçam melhor o sabor característico da fruta, fato este já citado em literatura para a frutose.

4.9.5.2. Sabor doce

Nesta análise,as formulações que não apresentaram um grau de doçura ideal, poderiam ser ajustadas com o auxílio de um edulcorante, porém neste trabalho, o interesse era conhecer o comportamento de doçura de cada um destes substitutos de sacarose e suas combinações, neste produto.

Os resultados da Tabela 19 indicam que todas as amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si e que a intensidade de doçura em ordem decrescente foi amostra 1 (frutose), 2 (frutose/sorbitol), 3 (frutose/maltitol), 4

(frutose/polidextrose) e 5 (maltitol/polidextrose). De acordo com os valores apresentados, consideramos que provavelmente a amostra 4 (frutose/polidextrose) e certamente a amostra 5 (maltitol/polidextrose) necessitariam de complementação do nível de doçura por um edulcorante.

Quanto a intensidade de doçura comparativa entre os diversos produtos, verificamos que o efeito observado no marshmallow está de acordo com o poder edulcorante relativo relatado na literatura, que atribui valores para frutose (1,2 a 1,8), sorbitol (0,5 a 0,6), maltitol(0,75) e polidextrose (não possui sabor doce) quando comparados com a sacarose. Observa-se que neste caso do marshmallow, o efeito adoçante das misturas de substitutos manteve certa proporcionalidade com o poder adoçante dos produtos individuais.

Para o atributo sabor doce, todas as 5 amostras, se diferenciaram significativamente entre si ($p < 0,05$), sendo a amostra 1 (Frutose) considerada a de sabor mais doce, com um poder de doçura de 1,2 à 1,8 vezes maior que a doçura da sacarose (GRENBY,1983); seguida da amostra 2 (frutose/sorbitol) pois o sorbitol possui um poder adoçante moderado de 0,5 à 0,6 do poder adoçante da sacarose (HOUGH,1979). A amostra 5 (xarope de maltitol/polidextrose) é a menos doce, o que era esperado, pois a polidextrose não possui sabor doce (MOPPETT,1991), sendo que a doçura detectada na amostra vem do xarope de maltitol, que possui maior doçura que a polidextrose (SICARD,1982) . A combinação frutose e xarope de maltitol, que devido seu alto conteúdo de maltitol tem poder adoçante suficiente, não necessita de ajustes com edulcorantes (SICARD, 1982). Tecnicamente, devido ao elevado custo da frutose, o seu uso em alimentos pode ser mais efetivo se usado em conjunto com outras substâncias como foi feito nas formulações 2, 3, e 4. A polidextrose é a substância mais cara, sendo cinco vezes mais dispendiosa que a substância mais barata que é o sorbitol. A frutose também possui um valor elevado, porém menor que a polidextrose. O xarope de maltitol custa a metade do valor da polidextrose.

Tabela 19 - Médias do Atributo Sabor dos Marshmallows, em escala de 0 a 9 .

Sabor	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	F (Amostras)
Característico de goiaba	8,13a	7,97a	7,14b	6,85b	6,14c	46,36 *
Doce	8,18a	7,09b	6,52c	4,19d	1,76e	354,07 *
Amargo	0,06d	0,14c,d	0,42b,c	0,30b	1,52a	161,87 *
Residual	0,20d	0,21d	1,44c	0,35b	2,33a	158,10 *

* significativo à 5%

Amostra 1: Frutose

Amostra 2: Frutose e Sorbitol

Amostra 3: Frutose e maltitol

Amostra 4: Frutose e Polidextrose

Amostra 5: maltitol e Polidextrose

4.9.5.3. Sabor amargo

Apesar das diferenças pelos diversos substitutos com relação ao sabor amargo, terem sido significativos, estes valores são muito baixos, próximo de 0, numa escala de 0 a 9.

O sabor amargo foi de pouco destaque, pois apresentaram médias bem baixas, mesmo a formulação com xarope de maltitol que obteve média mais alta, depois da mistura de maltitol/polidextrose, praticamente não conferiu sabor amargo. A Tabela 19 demonstra esses resultados.

4.9.5.4. Sabor residual

Para o atributo sabor residual as 5 amostras tiveram médias baixas, indicando ter pouco ou quase nenhum sabor residual. As amostras diferenciaram-se entre si significativamente com exceção das amostras 1 e 2 que não apresentam diferenças entre elas, o que indica que o sorbitol presente na amostra 2, não provoca sabor residual. Já a amostra 4 (frutose/polidextrose) apresenta uma média para sabor residual um pouco mais elevada do que as apresentadas pela amostra1 (frutose) e amostra2 (frutose/sorbitol), conforme demonstra a Tabela 19. As amostras 3

(frutose/maltitol) e 5 (maltitol/polidextrose) se diferenciaram significativamente das demais por apresentarem médias mais altas para o sabor residual.

4.9.6. Método de Perfil de Textura sensorial

Os provadores selecionados e treinados realizaram os testes para análise de textura e sabor em 10 sessões. Como foi utilizado uma escala não-estruturada de 9 cm, os termos usados na escala, especificam a intensidade do atributo sensorial como : 0 = nenhum; 1,2= fraco; 3,4 = moderado; 5,6,7= forte; 8,9= muito forte.

4.9.6.1. Avaliação sensorial da elasticidade

Os resultados da avaliação sensorial dos atributos elasticidade, maciez e gomosidade estão apresentadas nas Tabelas 20, 21 e 22 respectivamente .

Tabela 20 - Avaliação sensorial da elasticidade

Amostras	Elasticidade (Médias)
Amostra 1 (frutose)	3,37d
Amostra 2 (frutose e sorbitol)	7,27a
Amostra 3 (frutose e maltitol)	5,46c
Amostra 4 (frutose e polidextrose)	6,17b
Amostra 5 (maltitol e polidextrose)	1,34e
F (amostras)	277,7*

* significativo à 5%

De acordo com os resultados da Tabela 20, verificou-se que o tipo de substituto da sacarose e a combinação entre eles afetam significativamente a textura, pois todos os produtos apresentaram diferença significativa quanto a elasticidade. Os provadores consideraram a amostra 2 (frutose/sorbitol) como a mais elástica, sendo de forte intensidade a sua elasticidade. A amostra 4 (frutose/polidextrose) e a amostra 3 (frutose/xarope de maltitol) , tiveram valores abaixo da amostra 2, porém também foram

consideradas fortemente elásticas. A amostra 1 (frutose) foi considerada menos elástica que as já citadas, tendo uma elasticidade moderada. Com esses resultados podemos concluir que amostras que possuem um substituto junto com a frutose, possui uma maior elasticidade. A amostra 5 (xarope de maltitol) é uma mistura que produz um produto fracamente elástico.

4.9.6.2. Avaliação sensorial da maciez

Os resultados para o atributo maciez, estão demonstrados na Tabela 21.

Tabela 21 - Avaliação sensorial da maciez

Amostras	Maciez (Médias)
Amostra 1 (frutose)	6,48b
Amostra 2 (frutose e sorbitol)	4,58c
Amostra 3 (frutose e maltitol)	3,11d
Amostra 4 (frutose e polidextrose)	2,56e
Amostra 5 (maltitol e polidextrose)	7,14a
F (amostras)	673,06*

* significativo à 5%

As cinco amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). A amostra 5 (xarope de maltitol/polidextrose) foi considerada pelos provadores a amostra mais macia (extremamente macia). Em seguida esta a amostra 1 (frutose), a qual é fortemente macia. As amostras 2 (frutose/sorbitol) e 3 (frutose/xarope de maltitol) possuem maciez moderada. A amostra 4 (frutose/ polidextrose) é fracamente macia.

Verificou-se que as amostras 5 (maltitol/polidextrose) e 1 (frutose) que apresentaram menor elasticidade, foram as que apresentaram maior maciez.

4.9.6.3. Avaliação sensorial da gomosidade

Para o atributo gomosidade, os resultados expressos pelos provadores estão demonstrados na Tabela 22.

Tabela 22 - Avaliação sensorial da gomosidade

Amostras	Gomosidade (Médias)
Amostra 1 (frutose)	6,14b
Amostra 2 (frutose e sorbitol)	4,61c
Amostra 3 (frutose e maltitol)	3,59d
Amostra 4 (frutose e polidextrose)	1,40e
Amostra 5 (maltitol e polidextrose)	7,75a
F (amostras)	454,52*

* significativo à 5%

Todas as cinco amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). A amostra 5 (maltitol/ polidextrose) foi considerada a mais gomosa e também a menos dura. Em seguida, a amostra 1(frutose) foi classificada como fortemente gomosa, porém com menos intensidade em comparação com a amostra 5. A amostra 4 (frutose/polidextrose) é a menos gomosa e também a menos macia. As amostras 2 (frutose/sorbitol) e 3 (frutose/maltitol), possuem gomosidade intermediária.

4.9.7. Método de Perfil de Textura Instrumental

Para avaliação da textura instrumental foram realizados testes de compressão, cisalhamento e perfuração, com os quais obtivemos os resultados de APT (análise de perfil de textura) de todos os atributos de textura, que são: elasticidade, dureza, coesividade, fraturabilidade, mastigabilidade, gomosidade e adesividade para todas as formulações. Com base nestes resultados, foram analisados cada atributo e observados quais atributos tiveram bons resultados para cada teste realizado, apresentando repetibilidade, não apresentando valores distorcidos, extremamente alto e nem negativos, sendo que resultados deste tipo foram descartados para a análise. Assim, os parâmetros possíveis de serem analisados em cada teste foram os seguintes: Teste de compressão - elasticidade, Teste de cisalhamento - dureza e coesividade, Teste de perfuração - gomosidade.

4.9.7.1. Teste de compressão

O objetivo deste teste foi verificar a elasticidade do produto. Após a compressão, permite-se que a amostra deformada retorne a sua posição inicial, antes de sofrer uma nova compressão. A Figura 27 demonstra o teste de compressão numa amostra de marshmallow e a Figura 28 uma curva típica do referido teste.

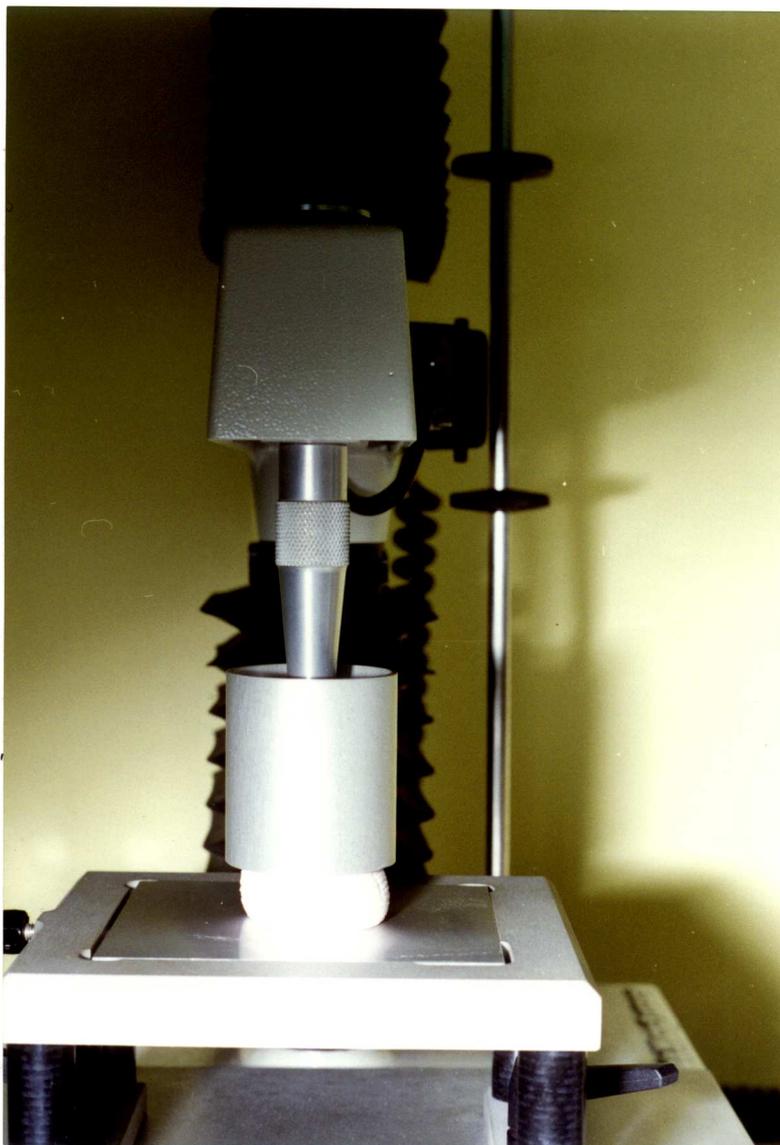


Figura 27 - Teste de Compressão na amostra de marshmallow

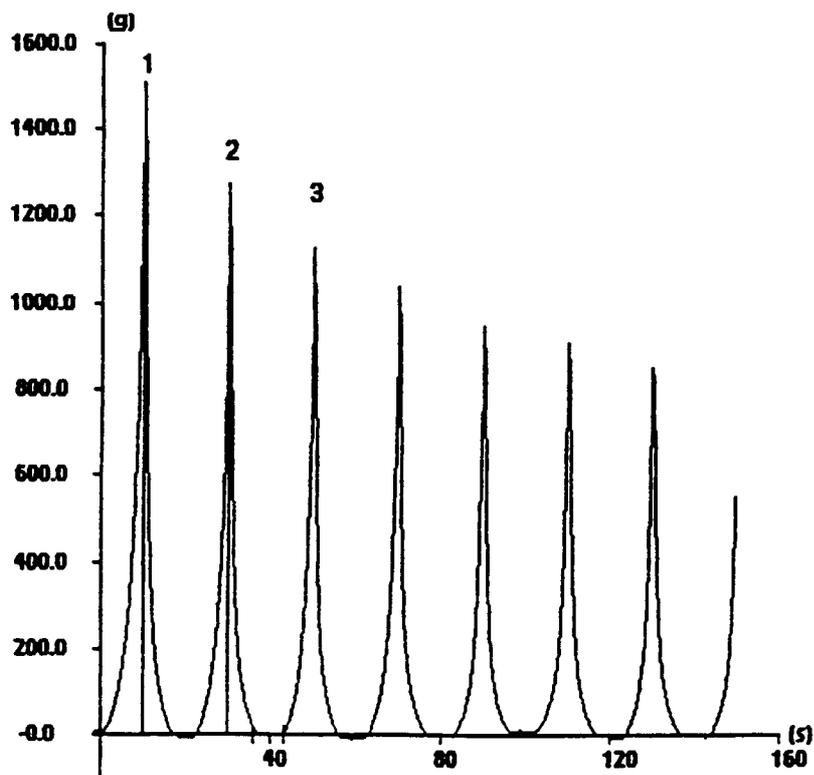


Figura 28 - Curva típica do teste de compressão em marshmallow, sendo a velocidade do teste de 2,0 mm/s (compressão) e velocidade do pós-teste de 5,0mm/s (descompressão), com uma distância de 23,0mm/s. Foram realizados 7 ciclos.

A Tabela 23 mostra os resultados instrumentais para os atributos elasticidade para as cinco amostras.

Tabela 23 - Avaliação instrumental da elasticidade

Amostras	Elasticidade (Médias) gf
Amostra 1 (frutose)	0,310d
Amostra 2 (frutose e sorbitol)	0,872a
Amostra 3 (frutose e maltitol)	0,477c
Amostra 4 (frutose e polidextrose)	0,631b
Amostra 5 (maltitol e polidextrose)	0,198e
F (amostras)	16,84*

* significativo à 5%

As cinco amostras tiveram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). Com base nos resultados da Tabela 23, a amostra 2 (frutose/sorbitol) apresentou uma média mais alta, sendo assim a amostra mais elástica. A amostra 5 (xarope de maltitol e polidextrose) foi a que obteve valor mais baixo, sendo considerada a menos elástica.

Já as amostras 1 (frutose) e 3 (frutose/xarope de maltitol) apesar de terem diferença significativa ($p < 0,05$), tiveram valores próximos, tendo uma elasticidade intermediária. A amostra 4 (frutose/polidextrose) também obteve alta elasticidade, abaixo apenas da amostra 2 (frutose/sorbitol). O maltitol, o sorbitol e a polidextrose quando combinados com a frutose tornaram a amostra mais elástica, menos macia e menos gomosa do que com frutose.

4.9.7.2. Teste de Cisalhamento (corte)

No teste de cisalhamento os parâmetros possíveis de serem identificados foram: dureza e coesividade. O principal parâmetro a ser avaliado é a força necessário para a ruptura. O teste de cisalhamento em amostra de marshmallow é demonstrado na Figura 29 e a curva típica obtida, pode ser vista na Figura 30.

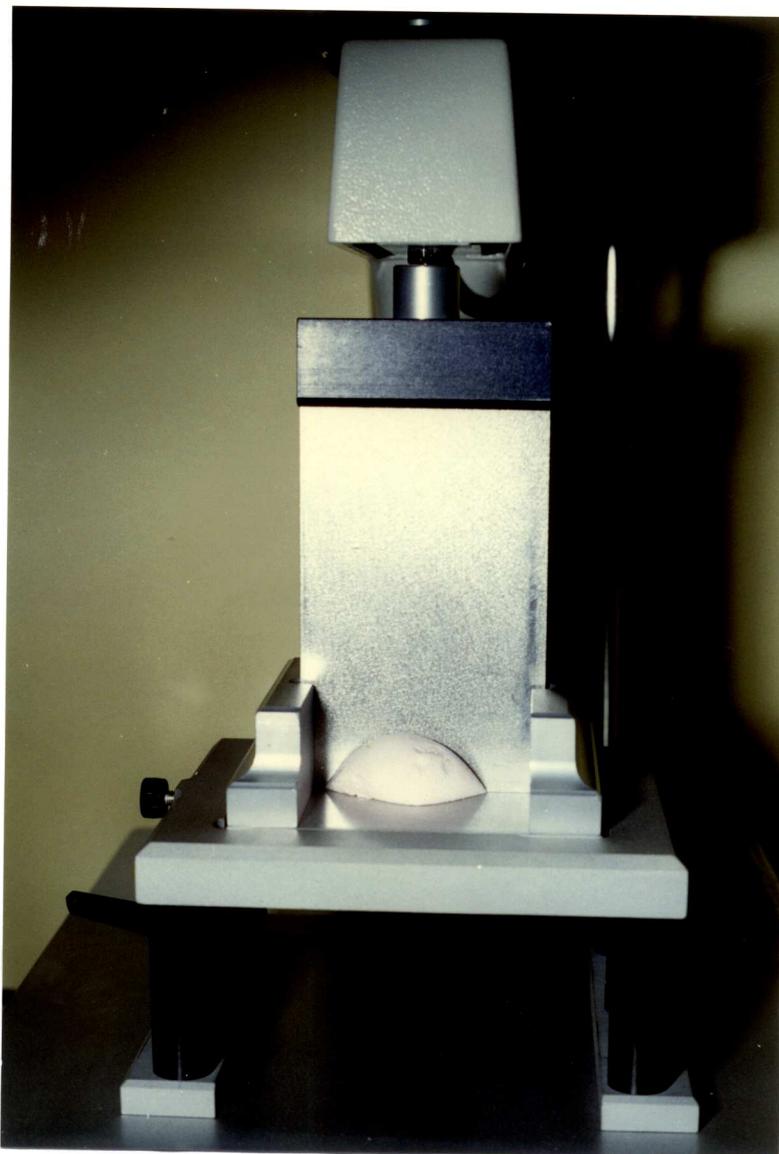


Figura 29 - Teste de cisalhamento em marshmallow.

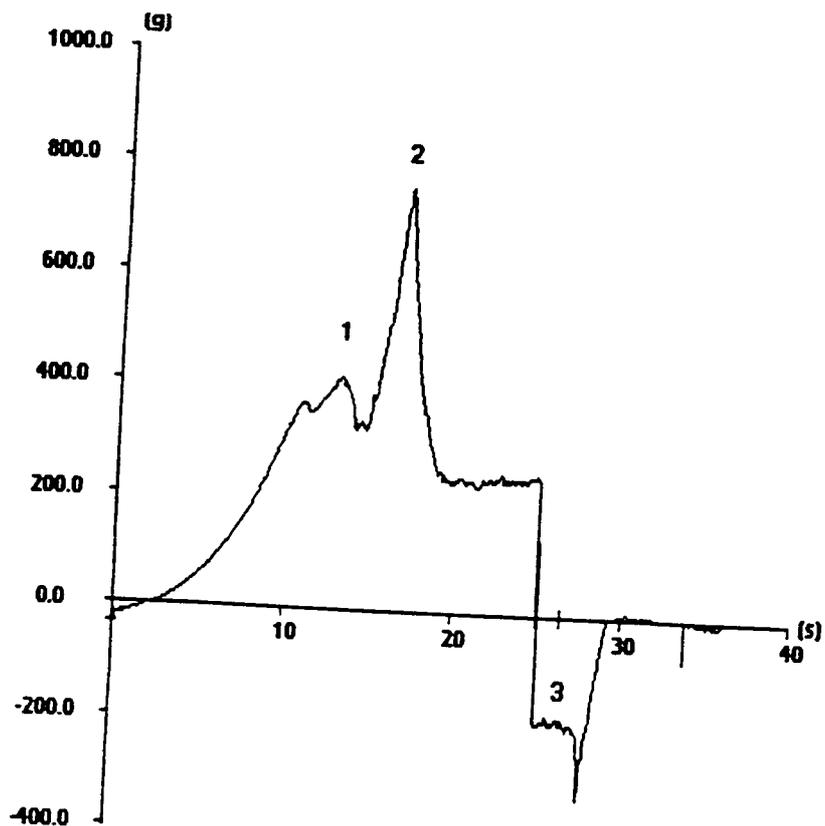


Figura 30 - Curva típica do teste de cisalhamento de marshmallow, utilizando uma velocidade de pré-teste de 2,0mm/s; velocidade de teste de 5,0mm/s e velocidade de pós teste de 2,0mm/s. A distância de ruptura é de 30,0mm e a distância da amostra é de 50,0mm.

Os resultados obtidos para a maciez e coesividade na análise instrumental estão expressos na Tabela 24.

Tabela 24 - Avaliação instrumental da dureza

Amostras	Dureza (médias) g	Coesividade (médias)
Amostra 1 (frutose)	20,0d	0,41e
Amostra 2 (frutose e sorbitol)	24,9c	0,30d
Amostra 3 (frutose e maltitol)	28,2b	0,11c
Amostra 4 (frutose e polidextrose)	30,9e	0,03b
Amostra 5 (maltitol e polidextrose)	15,1a	0,57a
F (amostras)	24,09*	32,81*

* significativo à 5%

Com base nos resultados apresentados, as cinco amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), sendo que a amostra 5 (xarope de maltitol/polidextrose) apresentou maior valor para a coesividade e a amostra 4 (frutose/polidextrose), obteve menor valor para o atributo em questão.

Observando os resultados apresentados na Tabela 24, as cinco amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). A amostra considerada menos dura foi a amostra 5 (xarope de maltitol/polidextrose) seguida da amostra 3 (frutose/xarope de maltitol).

4.9.7.3. Teste de Perfuração ("Punch Test ")

No teste de perfuração a amostra é perfurada totalmente, em três pontos distintos e avaliado o resultado para cada parâmetro. A Figura 31 demonstra o teste em marshmallow e a Figura 32 mostra a curva típica obtido pelo referido teste.

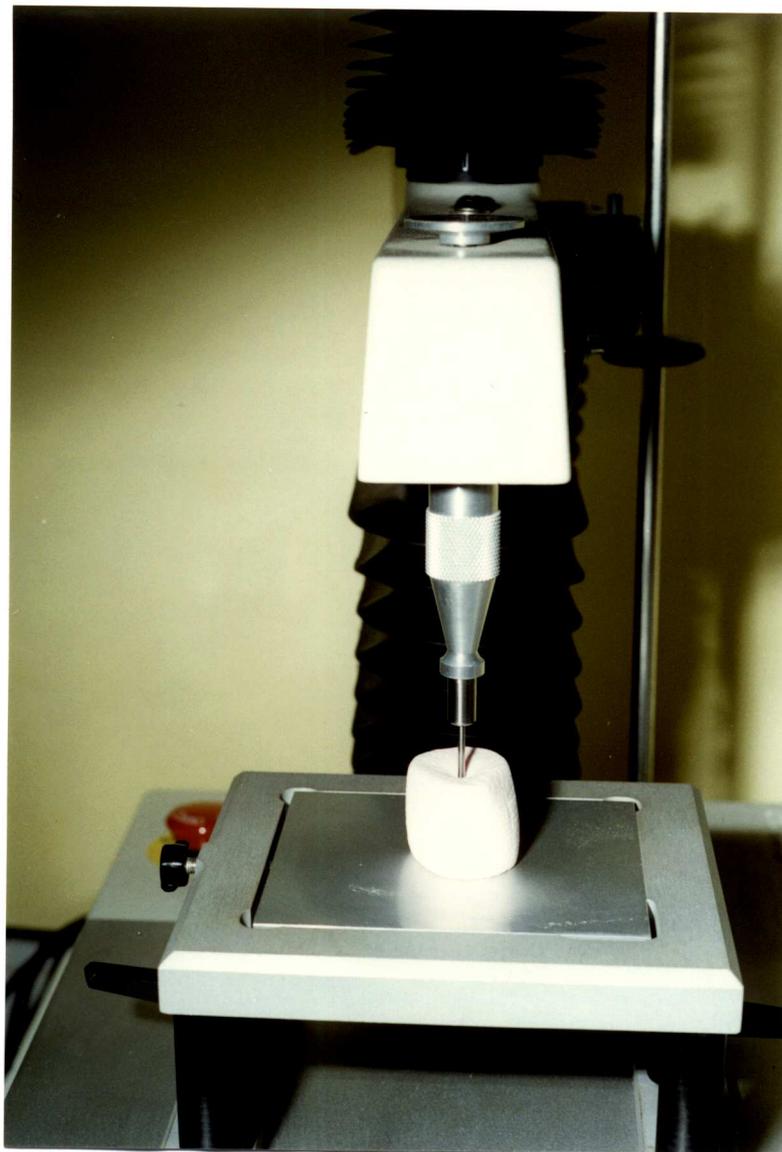


Figura 31 - Marshmallow sob o teste de perfuração (" Punch Test ")

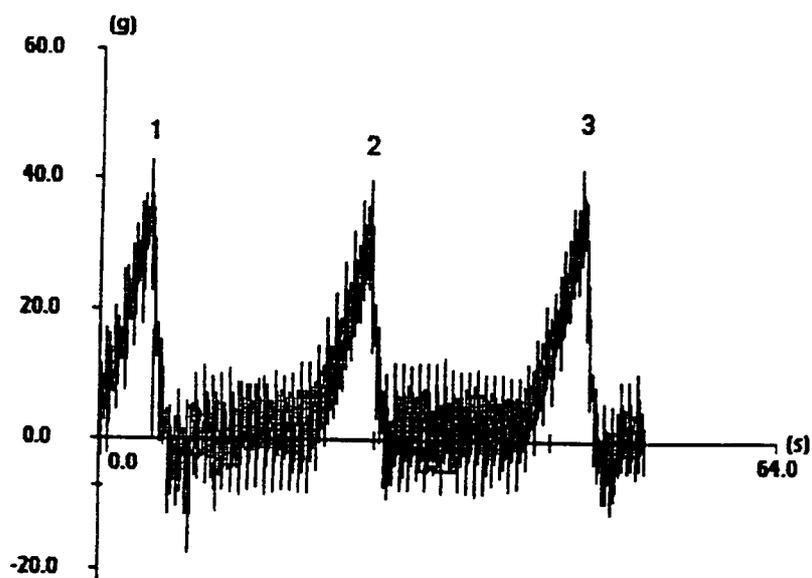


Figura 32 - Curva típica do teste de perfuração na amostra de marshmallow, utilizando velocidade de pré-teste de 2,0mm/s; velocidade do teste de 5,0mm/s e velocidade do pós-teste de 2,0mm/s. A distância foi de 15,0mm e foram realizados três ciclos.

A Tabela 25 demonstra os resultados do teste de perfuração nas amostras de marshmallow.

Tabela 25 - Avaliação instrumental da gomosidade

Amostras	Gomosidade (Médias)
Amostra 1 (frutose)	10,897b
Amostra 2 (frutose e sorbitol)	15,591c
Amostra 3 (frutose e maltitol)	19,720d
Amostra 4 (frutose e polidextrose)	7,484a
Amostra 5 (maltitol e polidextrose)	22,578e
F (amostras)	15,72*

* significativo à 5%

Baseado na Tabela 25 dos resultados das médias das cinco formulações, pode-se observar que todas as amostras tiveram diferença significativa entre si para o atributo gomosidade no teste de perfuração. A amostra 4 (frutose/polidextrose) apresentou menor valor para a gomosidade, seguido da amostra 1 (frutose), 2 (frutose/sorbitol) e 3 (frutose / maltitol). A amostra 5 (maltitol/polidextrose) apresentou maior gomosidade e baixa dureza. O atributo gomosidade está ligado ao xarope de maltitol, pois apenas as amostras com xarope de maltitol apresentaram altos valores de gomosidade como 22,578 e 19,720 sendo o maior valor da mistura maltitol/polidextrose e a menor da mistura frutose/polidextrose. Apesar de todas as amostras se diferenciarem entre si, apenas a amostra 5 (xarope de maltitol/polidextrose) obteve um valor bem alto.

Ao analisar os resultados do teste de cisalhamento para o atributo maciez e coesividade, observa-se que os resultados são compatíveis com os resultados do teste de perfuração para gomosidade, na literatura cita-se que uma amostra gomosa apresenta uma baixa dureza ou seja, uma alta maciez e também uma alta coesividade valores obtidos na avaliação instrumental da coesividade (MORI, 1989).

4.10. Correlação entre atributos sensoriais e instrumentais de textura

Na análise de regressão simples para o estudo das variáveis sensoriais e instrumentais de textura chegou-se a um coeficiente de correlação para teste de compressão de $R = 0,9123$, ou seja, 91,23% das variações obtidas na análise sensorial podem ser explicadas pela medida de ciclos de compressão e elasticidade realizada no texturômetro.

Instrumentalmente, as cinco amostras diferenciaram significativamente entre si ($p < 0,05$) para a força de compressão, para a determinação de elasticidade, como pode ser visto na Tabela 23, onde a amostra 2 (frutose/sorbitol) se apresenta com a maior média, seguida das amostras 4, 3, 1 e 5. Pela análise sensorial do atributo elasticidade, ocorreu correlação, pois, a sequência de elasticidade das amostras foram as mesmas. Sensorialmente, a amostra 2, apresentou-se mais elástica, sendo seguida das

amostras 4,3,1 e 5, decrescendo a elasticidade neste sentido. As cinco formulações tanto para análises sensoriais e instrumentais para o atributo elasticidade, apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) (Tabelas 20 e 23).

Para o teste de cisalhamento, a análise de regressão simples para os estudos das variáveis sensoriais e instrumentais, chegou-se a um coeficiente de correlação de $R = 0,9307$, ou seja, 93,07% das variações obtidas na análise sensorial podem ser explicadas pela medida de força de ruptura, maciez, realizada no texturômetro.

As amostras consideradas mais macias pela análise sensorial são as mesmas na análise instrumental (Tabela 24). Na análise sensorial, as cinco formulações apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), como pode ser vista na Tabela 21, sendo que a amostra 5 (xarope de maltitol/polidextrose) a mais macia e a menos macia foi a amostra 4 (frutose/polidextrose), o mesmo ocorre quanto a análise instrumental (Tabela 24), onde as cinco amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) e as mesmas amostras são consideradas menos e mais macias pela sensorial (Tabela 21).

Para o teste de perfuração "Punch test", na análise de regressão simples para os estudos das variáveis sensoriais e instrumentais, obteve-se um coeficiente de correlação de $R = 0,9245$, ou seja, 92,45% das variações obtidas na análise sensorial podem ser explicadas pela medida para gomosidade obtidas no texturômetro.

Na análise sensorial, as cinco formulações se diferenciaram entre si ($p < 0,05$) quanto ao atributo gomosidade, como pode ser visto na Tabela 22, o mesmo ocorrendo com a análise instrumental (Tabela 25) para as cinco formulações que apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) para o mesmo atributo. Observe-se que para as duas análises (sensorial e instrumental) os valores mantiveram a mesma ordem nas cinco amostras.

5 - CONCLUSÕES

É possível produzir "marshmallow" acidificado com substituição total da sacarose por misturas de frutose, sorbitol, xarope de maltitol e polidextrose, com as características de aparência e textura semelhante ao "marshmallow" tradicional.

"Marshmallows" elaborados com os diversos substitutos da sacarose apresentaram valores para a densidade do aerado (0,34 a 0,73 g/cm³), "overrun" (78% - 268%), umidade (20% a 24%) e viscosidade da calda a 45°C (192 a 208cP) dentro da faixa de variação do marshmallow tradicional.

A capacidade de incorporação de ar variou inversamente a viscosidade da calda. A mistura maltitol/polidextrose conferiu máxima viscosidade a calda (208cP) e mínimo "overrun" (78%) ao produto aerado. Por outro lado a frutose, quando utilizada como único substituto, foi responsável pela formação de produto com mínima viscosidade (192cP) e máximo "overrun" (268%).

Os resultados não demonstraram diferença significativa na preferência e aceitação do provador com relação a aparência, sabor, aroma e textura, entre as amostras formuladas com frutose ou com misturas da frutose com: sorbitol, maltitol e polidextrose. Estas no entanto, com notas de 8,3 a 7,3 foram preferidas em relação a amostra com maltitol/polidextrose que obteve notas entre 5,0 e 6,0.

O sabor característico da fruta foi bem percebido em todas as formulações porém, a frutose e o sorbitol permitiram maior percepção do sabor característico de goiaba que a amostra com a mistura de maltitol/polidextrose a qual apresentou menor sabor característico.

A amostra que apresentou maior intensidade para o sabor doce foi a formulação com frutose que foi seguida em ordem decrescente de doçura pelas amostras de frutose/sorbitol, frutose/maltitol, frutose/polidextrose e maltitol/polidextrose.

A frutose, o sorbitol, o maltitol e a polidextrose não conferem sabor amargo em "marshmallow" . A frutose e misturas de frutose com sorbitol e polidextrose não apresentaram sabor residual com valores entre 0,20 a 0,35. As amostras com maltitol apresentaram pequeno sabor residual com valores entre 1,44 a 2,33.

É possível reduzir em até 34% o valor calórico do "marshmallow" , através da substituição de 50% de frutose por polidextrose, sem que o provador perceba diferença na aparência, sabor, aroma e textura em testes de preferência e aceitação. O " marshmallow " com 53% de redução calórica obtido com mistura de maltitol e polidextrose, embora com menor média de preferência, não apresenta rejeição para consumo.

O perfil de textura varia com o tipo de combinação dos substitutos da sacarose. A combinação maltitol / polidextrose resultou na amostra mais gomosa, mais macia e menos elástica das 5 formulações. Por outro lado, a combinação da frutose com polidextrose conferiu alta elasticidade ao produto, o qual foi considerado o mais macio e menos gomoso de todos.

O maltitol, sorbitol e polidextrose quando combinados com frutose, tornaram a amostra mais elástica, menos macia e menos gomosa do que a amostra formulada só com frutose.

Verificou-se que os atributos de textura do " marshmallow " , elasticidade, maciez e gomosidade podem ser avaliados instrumentalmente através do texturômetro TA.XT2, sob testes de compressão, cisalhamento e perfuração respectivamente, uma vez que os dados de tais testes apresentaram correlação com os resultados da análise sensorial.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIAD** - Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos . Guia brasileiro de Alimentos e Bebidas Dietéticos , São Paulo, 1992.
- ANONYMOUS**, Defining dietary fibre for nutrition labelling purposes. **Food Industry**. 1/2 - 1994.
- ABBOTT, J.A.** Sensory assessment of textural attributes of foods. In: **KRAMER, A. & SZCZESNIAK, A. S. Texture Measurements of Foods**, D. Reidel Publishing Co., Holland. p.175 - 1973.
- ANGELUCCI, E.** Legislação brasileira sobre edulcorantes. In: **Seminário de Edulcorantes em Alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 03 á 04 de julho .1989. p. 8-22 .
- AOAC** - Official methods of analysis , 13 th ed. Association of Official Analytical Chemists , D.C. (1984).
- BEERBOOM, J. J.** Technical Aspects of polydextrose. **Polydextrose trade press briefing**. May 28. 1981.
- BIKERMAN, J. J. Foams** . Springer-Verlag N. York Inc. 1973 . p. 337.
- BOURNE, M. C.** A classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. **J. of Food Science**, v.31, n.6, p. 1011-1015. 1966.
- BOURNE, M. C. Food texture and viscosity : concept and measurement**. Academic Press Inc. , N. York. 1982. 325p.

- BRENELLI, S. L. Ingestão de hidrocolóides e sua relação com a saúde. In: FERREIRA, V.L. P. & SOLER, M. P. (coord). **Curso sobre as propriedades de hidrocolóides e aplicações** Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas. 1992.
- BRYAN, H. Specific gravity of marshmallow. **Confectionery Production** . v. 48, n.5, p. 191-192. 1982.
- CAKEBREAD, S.H. Ingredient migration in composite products. **Confectionery Production**. V. 42, n. 5, p. 226-237, 1976.
- CALORIE Control Council seeks improved petition process. **Food Chemical News**, Washington, v.35, n. 45, p.54-56, Jan. 1994.
- CASTRO, J. V. & SIGRIST, J. M. M. - Matéria- Prima .In : **Série Frutas Tropicais - 6 : Goiaba Cultura, matéria-prima,processamento e aspectos econômicos** . Governo do Estado de São Paulo - Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Cap.2 p. 121-136 . 1988.
- CAMPOS, S. D. S. Textura de alimentos. In: CAMPOS, S.D.S. (coord) **Reologia e textura em alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1989. p. 12-17.
- CAMPOS, S. D. S. Metodologia objetiva para avaliação de parâmetros de textura. In: CAMPOS, S.D.S. (coord) **Reologia e textura em alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1989. p. 43-59.
- CÂNDIDO, L.M.B. ; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais : Dietéticos** Livraria Varela - p.423 - 1995.

- CHAN, H. T. JR. - Passion fruit, papaya and guava juices . In : NAGY, S. ; CHEN, C. S. SHAW, P. E. (ed). **Fruit Juice Processing Technology** - AGSCIENCE, Inc. Flórida - cap. 10. p.334-378.
- DAMÁSIO, M. H. **Medida das propriedades mecânicas e da textura de géis mistos de k-carragenato - goma - garrofin - goma guar. Influência da composição e relação entre os dados instrumentais e sensoriais.** Campinas, 1990. 263 p. (Doutorado - UNICAMP).
- DIGNAM, A. P. M. Aeration of food products. In : **Symposium Proceedings nº 14. The British Food Manufacture Industries Research Association**, London. 1972.
- DUCK, W. A Study of Marshmallows In: **Twenty Years of Confectionery and Chocolate Progress** . Cap. 48 . seção XIII - Marshmallows . p. 517-524 . 1960
- DWIVEDI, B. K. - Polyalcohols: Sorbitol, Mannitol and hydrogenated starch hydrolysates. In : NABORS, L. O. & GELLARDI, R. S. (ed) . **Alternative Sweeteners**. Marcel Dekker, N. York. 1991. Cap. XVIII. p. 333-348.
- FERREIRA, J. C. A. S. ; CARDOSO, L. G. C. **Tecnologia de Confeitaria**. NESTLÉ . 1995.
- FIGDOR, S. K . & BIANCHINE, J . R . Caloric utilization and disposition of ¹⁴C polidextrose in man. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **31** (2) : 389-393 -1983.
- GARCIA, T. Característica, estruturas e aplicações de gelatina e interações com hidrocolóides polissacarídeos . In : Ferreira, V. L. P. ; SOLER, M. P. (cood) **Curso sobre as propriedades de hidrocolóides e aplicações**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1992.

- GARCIA, T. Gelatina em Confeitos . In : **Seminário de usos e Aplicações de Gelatina na Indústria Alimentícia**. LEINER DAVIS GELATIN, 1995.
- GIESE, J. K. - Alternative Sweeteners and Bulking Agents . **Food Technology**, v. 47 n. 1 , p. 114-125. 1993.
- GRENBY, T. H. Nutritive sucrose substitutes and dental health. In : GRENBY, T. H. ; PARKER ,K. J.; LINDLEY, M. G. (ed) . **Developments in sweeteners - 2**. Applied Science Publishers, London. 1983 Cap.III. p. 51-88.
- GROSSO, A. L . **Tecnica de Elaboracion Moderna de Confituras** , 2ª edicion, Buenos Aires (Argentina), 1972.
- GROVES, R. " Marshmallow " production : Technology and Techniques. **The Manufacturing Confectioner** v. 75, n.5, p. 99 - 103 . 1995.
- HART, R. Stable protein foams: A new technology with new uses. **Preparad Foods** v. 158, n. 6, p. 71-72, 1989.
- HUGILL, A. Sucrose - a royal carbohydrate . In : HOUGH, C. A. M. & VLITOS, A. J. (ed) **Developments Sweeteners - 1** . Applied Science Publishers, London - p.1-42 . cap1. 1979.
- HYVÖNEM, L. & KOIVISTOINEN, P. Fructose in Food Systems. In : BIRCH, G. G. & PARKER, K. L. (ed .) **Nutritive sweeteners**. Applied Science Publishers, London. 1982. Paper 7 . p. 133-144.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz v .1**. Métodos químicos e físicos para análise. 2a. ed . 1976 . São Paulo .
- JACKIX, M. H. Frutas em calda. In : JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. Cap. 2 . p. 47-49. Editora da UNICAMP. Campinas. 1988.

JOHNSTON, B. An account of gelatin production. In : **Food Gels** . Elsevier Applied Science, London- N . York, 1990.

JOHNSON, A. H. & PETERSON, M. S. - **Encyclopedia of Food Technology and Food Science** . vol. 2 . 1974.

KALETUNC, G. ; NORMAND, M. D. ; JOHNSON, E. A. ; PELEG, M. " Degree of elasticity " determination in solid foods. **Journal of Food Science** . v. 56, n. 4, p. 950-953, 1991.

KALETUNC, G. ; NORMAND, M. D. ; JOHNSON, E. A. ; PELEG, M. " Instrumental determination of elasticity of marshmallow . **Journal of Texturics Studies** . v. 123 p. 47-56, 1992.

KLETTENER, P. G. **Tecnologia de los Productos con Gelatina**. Fleischwirsch - español. 1:20-8. 1992.

KRAUSE, M. ; MAHAN, K. ; Principios dos cuidados nutricionais. In: KRAUSE, M. ; MAHAN, K , **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. Editora Roca. p. 485-486. 1980.

KRAMER, A. Food Texture - Definition, measurement ana relation to other food quality. attributes. In : KRAMER, A. & SZCZESNIAK, A. S. (ed) **Texture Measurements of Foods**. D. Reidel Publishing Company, Holland. Cap.1. 1973.

LEES, R. & JACKSON, E. **Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture**, AN INTERTEXT PUBLISHER. 1973 . p. 299-323.

LEES, R. Fundamental principles in the production and chacacteristics of foam confectionery products. **Confectionery Production**. v. 57, n. 3, p. 210-211, (1991a).

- LEES, R. . Fundamental principles in the production and characteristics of foam confectionery products. **Confectionery Production**. v. 57, n. 7, p. 536 - 537 , (1991c).
- LINDLEY, M . G. Non-nutritive sweeteners in food systems. In: GRENBY, T.H.;PARKER, K. J. ; LINDLEY, M. G. (ed.) . **Developments in sweeteners -2**. Applied Science Publishers, London. 1973. Cap.XVIII. p.1-9
- MACHADO,L.M.P. - **Pão sem glúten : otimização de algumas variáveis de processo** - UNICAMP- Campinas , 1996. 193p. (Tese de mestrado).
- MAIA, M. L. ; GARCIA, A. E. B. ; LEITE, R. S. S. F. Aspectos econômicos de produção e mercado . In : **Série Frutas Tropicais - 6 : Goiaba Cultura, matéria-prima,processamento e aspectos econômicos** . Governo do Estado de São Paulo - Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Cap.IV. p. 177-222 , 1988.
- MANSVELT, J. W. - Aerated Desserts - In : **Symposium Proceedings nº 14, The British Food Manufacture Industries Research Association** - London , 1972 .
- MARTIN, Z. J. & KATO, K. Processamento: Produtos, características e Utilização In : **Série Frutas Tropicais - 6 : Goiaba Cultura, matéria-prima,processamento e aspectos econômicos** . Governo do Estado de São Paulo - Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Cap.III . p. 141-175. 1988.
- MARTINS, D. Fabricação de Gelatina . In : **Seminário de usos e Aplicações de Gelatina na Indústria Alimentícia**. LEINER DAVIS GELATIN, 1995.
- MEDINA, J. C. Cultura da Goiaba . In : **Série Frutas Tropicais - 6 : Goiaba Cultura, matéria-prima,processamento e aspectos econômicos** . Governo do Estado de São Paulo - Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Cap.I p. 1- 34 . 1988.

- MINIFIE, W.B. - Confectionery Processes and Recipes. In: **Chocolate, Cocoa and Confectionery - Science and Technology**. AVI Publishing Co., Connecticut, Second edition . 1980.
- MOPPET, F. K. - Polydextrose . In : NABORS, L. O. & GELLARDI , R. C. (ed) . **Alternative Sweeteners** . Marcel Dekker, N. York . 1991. Cap. XXI. p . 401-421.
- MORAES, M. A. C. Métodos Sensoriais . In: MORAES, M. A. C. **Métodos para Avaliação Sensorial dos alimentos**. 6a ed. Editora da UNICAMP. Campinas 1993.
- MORI, E. E. M. Reologia e textura do ponto de vista organoléptico. In: CAMPOS, S. S. (coord) **Reologia e Textura em Alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1989. p.17-42.
- NAZÁRIO, G. Conhecimento toxicológico atual dos edulcorantes utilizados no Brasil. In : **Seminário de edulcorantes em alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 3-4 julho. 1989. p. 8-22.
- OLKKU, J. & SHERMAN, P. Compression Testing of cylindrical samples with and Instron universal testing machine. In: SHERMAN, P. (ed). **Food Texture and Rheology**. Academic Press, London. p. 156-157. 1979.
- OSBERGER, T. F. Crystalline fructose. In : NABORS, L. O. & GELLARDI, R. C. (ed) **Alternative Sweeteners**. Marcel Dekker, N. Y. 1991 .Cap. 12. p. 219-246 .
- PADULA, M. ; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **ACTA Alimentaria an internatinal Journal of Food Science**. v. 16, n. 3, p. 209-216, 1987.

- PADULA, M. ; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. ; MORAES, M. A. C. ; Comparasion of carotenoid composition and general properties of the processed juice of guava cultivar IAC-4 and comercial juices. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** . v. 3, n.2, p. 109-116, 1983.
- PEARSON, D. **The chemical analysis of food** J. & A. Churchill, London, 6 th ed. , 1970.
- PHILLIPS, L. G. ; HAQUE, Z. ; KINSELLA, J. E. A method for the measurement of foam formation and stability . **Journal of Food Science**. v. 52, n. 4, p.1074 - 1077, 1987.
- POPPE, J. New approaches to gelling agents in confectionery. **The Manufacturing Confectioner** . v. 75, n. 5, p. 119-126, 1995.
- PRIEBBENOW, R. Propriedades Funcionais da Gelatina. In : **Seminário de Usos e Aplicações da Gelatina na Indústria Alimentícia** . LEINER DAVIS GELATIN . 1995.
- REIS, D. R. Aplicações da Gelatina em Sobremesas. In : **Seminário de Usos e Aplicações da Gelatina na Indústria Alimentícia** . LEINER DAVIS GELATIN . 1995.
- RIEDEL, H.R. -Styles of Marshmallow Production.**Confectionery Production** , 52 (9): 568-574 .
- RUGG-GUNN, A.J. - Lycasin and the preservetion of dental caries. In : GRENBY, T.H. **Progress in sweeteners**. Elsevier Applied Science- London, N.Y.. 1989 Cap.XII. p.311-329.

SHAFFIR, E. Fructose/Sucrose metabolism, its physiological and pathological implications. In: KRETCHMER, N. ; HOLLENBECK, C.B. (Ed.) . **Sugars and sweeteners**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p.63-98.

SHAW, D. J. Introdução à Química de Colóides e de Superfície. Edgard Buchner. LTDA- São Paulo. 1975.

SICARD, P. J. & LEROY, P. Mannitol, sorbitol and Lycasin: Properties and Food Applications. In : GRENBY, T. H.; PARKER, K. J.; LINDLEY, M. G. (ed) **Developments in sweeteners - 2** . Applied Science Publishers, London. 1983. Cap. I p. 1-26.

SICARD, J. P. Hydrogenated glucose syrups, Sorbitol, Mannitol and Xylitol In : BIRCH, G. G. & PARKER, K. J. **Nutritive Sweetners**. Applied Science Publishers, London. 1982 . Cap. VIII. p. 145-170.

SICILIA, M. L. Degradação e Aplicações gerais da Gelatina na Indústria Alimentícia . In: **Seminário de Usos e Aplicações de Gelatina na Indústria Alimentícia** LEINER DAVIS GELATIN . 1995.

SONE, T. Consistency of respective foods . In : SONE, T. **Consistency of Foodstuffs** D. Reidel Publishing Company. Holland . p.50-148 , 1972.

SUMNER, M. Vitaminas In: CRAIG, C. & STITZEL, R. **Farmacologia Moderna**. p.938 - 945, cap.72, 1986.

SZTAJN, M. **Avaliação da ingestão potencial de corantes artificiais por crianças em idade escolar**. UNICAMP - Campinas, 1988. 169 p. (Tese de Mestrado) .

TIEMSTRA, P. J. Marshmallows I - Overrun . **Food Technology** - V. 18, n. 6, p. 125-130 . (1964a).

- TIEMSTRA, P. J. Marshmallows II - Viscosity and Elasticity . **Food Technology** - v. 18, n. 6, p. 131-137, (1964b).
- TIEMSTRA, P. J. Marshmallows III - Moisture . **Food Technololy** - v. 18, n. 7, p.140- 157, (1964c).
- TIEMSTRA, P. J. Marshmallows IV - Set and Syneresis . **Food Technoloy** - v.18, n. 7, p. 147-152, (1964d).
- TORRES,A. ; THOMAS, R. D. Polydextrose and its applications in foods - **Food Technology** v.35 , n.7 , p. 44-49. (1981)
- WILLIAN,F. H. ; MORRIS, H. K. ; PILGRIM, F. J.; MAY, A. T.; Texture of semi-solid foods : Sensory and Physical correlates. **Journal of Food Science**. v. 42, n. 1, p. 155-161, 1971.
- WURSCH, P. & KOELLREUTTER, B. Mannitol and Maltotriitol as inhibitors of acid production in human dental plaque. **Catálogo RHODIA** 16: 90-95. 1982.

ANEXO 1 - Escala padrão dos atributos: dureza, gomosidade e elasticidade utilizadas no treinamento de provadores para o método de perfil de textura sensorial.

Escala padrão de dureza

Valor	Produto	Tipo	Marca	Tamanho	Temperatura
1	clara de ovo	cozido 10 min.	-	1,0 cm	ambiente
2	Queijo	prato	Rex	cuco 1,0 cm	13-20°C
3	Azeitona	verde	Cica	1 peça	13-20°C
4	Cenoura	crua	natural	1,3cm	ambiente

fonte : GARRUTI (1981)

Escala padrão de gomosidade

Valor	Produtos	Tipo	Tamanho	Temperatura
1	40% de pasta de farinha	Gold Medal	1 colher	ambiente
2	45% de pasta de farinha	idem	1 colher	ambiente
3	50% de pasta de farinha	ídem	1 colher	ambiente
4	60%de pasta de farinha	ídem	1 colher	ambiente

fonte : SZCZESNIAK (1963).

Escala padrão de elasticidade

Valor	Produto	Marca	Tamanho	Temperatura
1	Cream cheese	Philadelphia	1 colher	13 - 20°C
2	Marshmallow	Kraft	miniatura 3 pedaços	ambiente
3	Gelatina	Royal	1 colher	13-20°C

fonte: SZCZESNIAK (1963)