UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GRAZIELLE GEBRIM SANTOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E ACEITABILIDADE DE SORVETE COM MANGABA E REDUZIDO TEOR ENERGÉTICO

Goiânia
2008

GRAZIELLE GEBRIM SANTOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E ACEITABILIDADE DE SORVETE COM MANGABA E REDUZIDO TEOR ENERGÉTICO

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof[a] Dr[a] Mara Reis Silva

Goiânia
2008

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GRAZIELLE GEBRIM SANTOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E ACEITABILIDADE DE SORVETE COM MANGABA E REDUZIDO TEOR ENERGÉTICO

Dissertação defendida e aprovada em 20 de agosto de 2008, pela Banca Examinadora constituída pelos membros

Profa. Dra. Mara Reis Silva
Orientadora

Prof. Dr. Celso José de Moura
Membro da Banca

Profa. Dra. Simone Silva Machado
Membro da Banca

A Deus. A meus pais, Magda e Alaôr.

Ao meu noivo, Daniel.

AGRADECIMENTOS

À professora Mara Reis Silva, que além de orientadora, é um exemplo de dedicação, ética e competência. Agradeço pelas incontáveis horas de atenção, paciência e apoio durante a graduação e o mestrado, que muito contribuíram para meu amadurecimento profissional e pessoal.

A todos os professores do Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que contribuíram com meu aprendizado. Em especial, agradeço ao professor Celso José de Moura pelos esclarecimentos, atenção e auxílio na execução desse projeto. E as professoras Maria Margareth V. Naves e Maria Sebastiana Silva pelo apoio nos trabalhos realizados durante o mestrado e amizade.

Aos meus colegas do mestrado: Ana Carolina, Aline, Diego, Diracy, Fabíola, Lydia e Márcia. E especialmente a Maiza pelos meses de auxílio mútuo, troca de experiência, risos e lamentações compartilhadas.

Aos companheiros de incontáveis dias nos Laboratório de Análise de Alimentos e de Nutrição Experimental, Jullyana, Jean e Luciana.

À aluna de graduação em Nutrição Amanda pela ajuda na realização das análises.

Aos funcionários da Faculdade de Nutrição: Tânia Marise, Alcivone, Silvânia, Zélia, Luciano, Renato e Dona Maria por todo carinho e apoio.

À minha família, como um todo, por ter abraçado meus sonhos junto comigo. Em especial a minha madrinha Veralice, que tornou esse mestrado possível. A minha mãe e meu pai que sempre me apoiaram e incentivaram nessa caminhada em busca do conhecimento. A minha tia Cacilda pelo apoio especial durante a graduação.

Ao meu noivo Daniel pela ajuda na execução desse projeto, pelo apoio, paciência, e por todo o incentivo e afeto, sem o qual nada disso seria possível.

Às empresas: Tovani Benzaquen Representações Ltda- na pessoa de Daniel M. Lourenzi pela doação dos substitutos de gordura e sacarose; Danisco Brasil Ltda- na pessoa de Leandro Teixeira pela doação do Lactitol; a Kerry do Brasil Ltda- na pessoa do Consultor técnico Adalberto Vilela Arantes pela doação do estabilizante e do emulsificante; a Cooperativa Mista dos Produtores de Leite de Morrinhos (Complem) pela doação do leite; a Duas Rodas Industrial Ltda- na pessoa de Fabiana V. da Silva pela doação do Selecta Light; a Sorveteria Milka Frutos do Cerrado- na pessoa do Sr. Clóvis pelo apoio e fornecimento da polpa de mangaba; a empresa BrasEq- Brasileira de Equipamentos Ltda.

Em especial, agradeço a empresa Gelatti Indústria Comércio de Sorvetes- na pessoa do Sr. Jonilton pelo empréstimo do equipamento, mão-de-obra e imenso auxílio durante a produção do sorvete.

Ao professor Diego Palmiro R. Ascheri da Universidade Estadual de Goiás (UEG) por viabilizar a análise de viscosidade.

À Universidade Federal de Goiás, que tem sido minha segunda casa nos últimos sete anos.

Ao nosso bioma cerrado, fonte de tantos recursos e riquezas.

A Deus, que tornou tudo possível.

Grazielle Gebrim Santos

“Eu aprendi que para se crescer como pessoa é preciso
me cercar de gente mais inteligente do que eu.”

William Shakespeare

RESUMO

A mangaba (*Hancornia speciosa Gomez*), fruto típico do cerrado amplamente utilizado na farmacologia e gastronomia regionais, tem despertado interesse crescente por causa das suas potencialidades, estimulando assim o seu cultivo de forma sustentável na região nordeste e centro-oeste. O efeito da substituição de gordura não-láctea e de sacarose nas propriedades físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba foi avaliado. Foram elaboradas quatro formulações teste: com substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light* (SL), com substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* (DL), com substituição total da gordura não-láctea por Litesse e da sacarose por Lactitol e sucralose (LLS), substituição total da sacarose por Lactitol, sucralose e da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* (DLS). As análises físicas, químicas e microbiológicas foram realizadas na polpa de mangaba e nas formulações de sorvete aceitas em análise sensorial com 40 provadores. A polpa de mangaba apresentou elevado teor de umidade (82,65%) e acidez titulável (16,40%). Todas as formulações de sorvete foram aceitas na análise sensorial, sendo a maior média (7,58) observada no critério aceitação global para a formulação SL, que diferiu significativamente da formulação controle. O teor de umidade e sólidos totais das formulações diferiu significativamente. A concentração de proteína de SL foi semelhante ao controle, diferindo significativamente das formulações DL e DLS. Verificou-se para a formulação preparada com Litesse, Lactitol e Sucralose a maior redução do valor energético total (50%). A substituição de gordura, sacarose ou ambos promoveu a redução do *overrun* e afetou a viscosidade. A maior velocidade de derretimento ocorreu na formulação com Dairy-Lo, Lactitol e Sucralose. Todas as formulações tiveram bom nível aceitação global e aparência. A polpa de mangaba e os sorvetes estão de acordo com os padrões microbiológicos da legislação vigente. Sorvetes com mangaba, de reduzido valor energético, elaborados com Selecta Light ou com a combinação de Litesse, Lactitol e sucralose obtiveram as melhores características de qualidade.

Palavras-chave: mangaba, sorvete, análises físicas e químicas, substitutos de gordura e sacarose

ABSTRACT

Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez) is a typical Cerrado biome fruit widely used in regional gastronomy and pharmacology. Its distinguished potentialities brought up increased interest and stimulated sustainable cultivation in the Northeast and Central West Regions of Brazil. The replacement of shortening and sugar on the physical and chemical properties of mangaba ice cream was evaluated, as well as its microbiological quality and acceptability. Four test formulas were elaborated: with partial replacement of sugar and total replacement of shortening for *Selecta Light* (SL), with total replacement of shortening for *Dairy-Lo* (DL), with total replacement of shortening for Litesse and sugar for Lactitol and sucralose (LLS), and with total replacement of shortening for Dairy-Lo and sugar for Lactitol and sucralose (DLS). Mangaba pulp and ice cream formulas accepted in the sensory test were subjected to chemical, physical and microbiological analyses. Mangaba pulp had a high moisture content (82.65%) and of titratable acidity (16.40%). All ice cream formulas were accepted by the sensory test and the highest mean (7.58) was obtained with the SL formula in the global acceptance, which significantly differed from the control. Moisture and total solids content differed significantly. SL protein concentration was similar to control, but significantly different from formulas DL and DLS. The largest reduction in the total energetic value (50%) was observed in the formulas prepared with Litesse, Lactitol, and Sucralose. Replacement of shortening, sugar or both resulted in overrun decrease and also affected viscosity. The highest melting rate was observed in formulas containing Dairy-Lo, Lactitol, and Sucralose. All formulas had a good level of appearance and global acceptance. Microbiological standards of mangaba pulp and ice cream formulas are in agreement with Brazilian legislation requirements. Mangaba ice cream with low energetic value, elaborated with Selecta Light or with a combination of Litesse, Lactitol, and Sucralose obtained the best quality characteristics.

Key words: mangaba, ice cream, physico-chemical analysis, sugar and fat replacers

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	11
2	**REVISÃO DA LITERATURA**	13
2.1	MANGABA	13
2.2	SORVETE	14
2.2.1	**Características de qualidade do sorvete**	14
2.2.2	**Processamento de sorvete**	16
2.3	ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS	18
2.3.1	**Substitutos de gordura**	20
2.3.1.1	Conceitos e classificação	21
2.3.1.2	Substitutos de gordura derivados de carboidratos	22
2.3.1.3	Substitutos de gordura derivados de proteínas	24
2.3.1.4	Substitutos de gordura relacionados a lipídeos	27
2.3.2	**Substitutos de sacarose**	28
2.3.2.1	Conceitos e classificação	28
2.3.2.2	Adoçantes nutritivos	29
2.3.2.3	Adoçantes não-nutritivos ou edulcorantes	30
3	**OBJETIVOS**	33
3.1	OBJETIVO GERAL	33
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4	**MATERIAL E MÉTODOS**	34
4.1	MATERIAL	34
4.2	ELABORAÇÃO DO SORVETE	34
4.3	ANÁLISE SENSORIAL	38
4.4	ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS	38
4.4.1	**Proteína bruta**	39
4.4.2	**Lipídeos**	39
4.4.3	**Cinzas**	39
4.4.4	**Fibra alimentar total**	39
4.4.5	**Vitamina C**	40
4.4.6	**Carboidratos totais**	40
4.4.7	**Umidade e sólidos totais**	40
4.4.8	**Valor energético total**	40
4.4.9	**Acidez titulável**	41
4.4.10	**pH**	41
4.4.11	**Sólidos solúveis**	41
4.4.12	**Relação º Brix/Acidez titulável**	41
4.4.13	***Overrun***	41
4.4.14	**Viscosidade**	42
4.4.15	**Análise de derretimento**	42
4.4.16	**Cor**	42
4.5	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	43
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	43

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 44
5.1 POLPA DE MANGABA..... 44
5.1.1 Avaliação física e química..... 44
5.2 SORVETES COM MANGABA..... 45
5.2.1 Aceitabilidade..... 45
5.2.2 Análises físicas e químicas..... 47
5.2.3 Análises microbiológicas..... 55

6 CONCLUSÕES..... 57

REFERÊNCIAS..... 58

APÊNDICE..... 67

1 INTRODUÇÃO

O cerrado, situado principalmente no planalto central, compreende uma área de 204 milhões de hectares e representa uma das maiores savanas do mundo em biodiversidade vegetal. O bioma possui uma vegetação heterogênea rica em espécies frutíferas. Esses recursos frutíferos do cerrado têm se tornado fonte de renda de algumas populações rurais, sendo utilizados de forma diversificada como alimento, recurso medicinal, material para confecção de artesanato e planta ornamental (ALMEIDA, 1998; FILGUEIRAS; PEREIRA, 1993; MACHADO et al., 2004; RIBEIRO; SILVA, 1996).

Diversas espécies nativas do cerrado possuem grande potencial de uso, para aproveitamento alimentar, sendo empregadas na preparação de alimentos nutritivos em substituição aos ingredientes convencionais com a finalidade de aproveitamento tecnológico e desenvolvimento sustentável (ALMEIDA, 2000; FILGUEIRAS; SILVA, 1975; RIBEIRO et al., 2000; SILVA et al., 1994). O incentivo à inclusão de produtos regionais na dieta habitual dos indivíduos é recomendado pela Organização Mundial da Saúde na Estratégia Global para Alimentação Saudável e pelo Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (WHO, 2004; BRASIL, 2004).

A mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez), fruto típico do cerrado amplamente utilizado na farmacologia e gastronomia regionais, tem despertado interesse crescente por causa das suas potencialidades, estimulando assim o seu cultivo de forma sustentável na região nordeste e centro-oeste (SOUSA et al., 2005). A importância do desenvolvimento de técnicas para o aproveitamento sustentável de frutos nativos do cerrado e a pesquisa a respeito de suas propriedades físicas, químicas e nutricionais permitem a utilização destes frutos na elaboração de diversas formulações, entre as quais o sorvete (ALMEIDA, 2000).

O sorvete é um dos derivados lácteos mais apreciados pela população em geral (ALVAREZ et al., 2005). A média de consumo no Brasil no ano de 2005 foi de 2,72 litros *per capita*, sendo 70% das vendas concentradas durante o verão (ABIA, 2006). Média relativamente baixa quando comparada a dos Estados Unidos da América de 15,4 litros *per capita* (SCHULTZ, 2008).

As fórmulas convencionais de sorvete contêm uma alta concentração de sacarose e gorduras, os quais estão relacionados com a textura, consistência e *flavour* do produto. Entretanto, a crescente preocupação com a relação entre saúde e alimentação, manutenção do

peso saudável e estética corporal impulsionou o mercado de alimentos processados diet e light (CASTRO; FRANCO, 2002).

Considerando-se a mangaba um fruto nativo disponível na região centro-oeste, o grande potencial de comercialização de sorvetes elaborados com frutas nativas do cerrado e a possibilidade de produção de fórmulas com reduzido valor energético, pretendeu-se pesquisar a viabilidade tecnológica, aceitação e características nutricionais de sorvete elaborado com polpa de mangaba e substitutos de gordura e de sacarose.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MANGABA

O bioma cerrado possui inúmeros recursos frutíferos, destacando-se por sua variedade de sabores e de aromas, além de suas diversas aplicações na gastronomia regional e seu valor nutritivo peculiar (ALMEIDA, 1998; SILVA et al., 1994). Entretanto, o mau uso do solo em razão do desmatamento, da monocultura e da exploração predatória tem causado impactos ambientais negativos, com grande risco de extinção desse ecossistema ainda pouco explorado (MACHADO et al., 2004; RIBEIRO; SILVA, 1996).

Uma forma de minimizar a degradação desse bioma inclui a valorização das espécies nativas por meio do incentivo à pesquisa de suas potencialidades, melhor conhecimento de recursos genéticos da região, estudo da rentabilidade e da sustentabilidade de seu uso, contribuindo assim para a preservação (FONSECA; RIBEIRO, 1993; MACHADO et al., 2004).

Entre os frutos nativos com elevado potencial de uso na indústria de alimentos, destaca-se a mangaba. Fruto em formato elipsoidal ou esférico, com diâmetro variável de 2,5 cm a 6 cm, casca amarelada com manchas avermelhadas e alto grau de perecibilidade (ROSA; NAVES; OLIVEIRA JÚNIOR, 2005; SAMPAIO; NOGUEIRA, 2006; SOUSA et al., 2005). A polpa da mangaba é branca, mole, fibrosa, de sabor doce e ácido, recobre de 2 a 15 sementes e possui um látex, popularmente conhecido por suas propriedades medicinais (SAMPAIO; NOGUEIRA, 2006; SOUSA et al., 2005). A mangaba pode ser consumida *in natura* ou em preparações como suco, doces, sorvetes, compotas, vinhos, vinagres, geléias e licores. O látex da fruta confere características vantajosas no preparo de sorvetes e de geléias, por facilitar a retenção do *flavour* e inibir a formação de cristais, propriedades semelhantes às gomas utilizadas na fabricação de sorvetes, como a carboximetilcelulose e *locust bean* (NARAIN et al., 2006; ROSA; NAVES; OLIVEIRA JÚNIOR, 2005; SAMPAIO; NOGUEIRA, 2006).

Oliveira et al. (2005) utilizaram mangaba na elaboração de *sherbet* (produto congelado à base de água com sacarose, frutas, sólidos do leite, estabilizantes e corantes) e observaram que uma maior concentração de polpa aumentou o teor de sólidos solúveis e a viscosidade, causando uma redução da quantidade de água livre na mistura, aspecto desejável no caso de sobremesas geladas do tipo sorvete.

2.2 SORVETE

2.2.1 Características de qualidade do sorvete

O sorvete é um sistema coloidal complexo composto por uma emulsão constituída de gotículas de gordura, de proteínas, de bolhas de ar e de cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa, representada por uma solução concentrada de sacarose. Além disso pode conter outros ingredientes, tais como, emulsificantes e estabilizantes (CLARKE, 2005; GILLIES; GREENLEY; SUTCLIFFE, 2006; GOFF; VERESPEJ; SMITH, 1999).

A legislação brasileira classificava o sorvete como um gelado comestível e o definia como "o produto elaborado com leite ou derivados lácteos, podendo ser adicionados de frutas, essências e outros ingredientes" (BRASIL, 1999a). Em função de inovações nas formulações de sorvete como a utilização de substitutos de gordura e sacarose houve alteração nesta legislação.

A Resolução nº 379 de 26/04/99 (BRASIL, 1999a), que regulamentava aspectos referentes aos gelados comestíveis, foi revogada pela Resolução RDC nº 266 de 22/09/05 (BRASIL, 2005), que definiu como gelados comestíveis "os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e sacarose(es) que podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto".

A composição química do sorvete determina vários parâmetros estruturais e sensoriais importantes para obtenção de um produto final de qualidade, como firmeza, resistência ao derretimento e textura, entre outros (GRANGER et al., 2005). Os sorvetes diferem, principalmente, quanto ao teor de lipídeos, sendo chamados de sorvetes tipo *Premium* àqueles elaborados com grandes quantidades de lipídeos, baixo *overrun* (incorporação de ar) e saborizados com ingredientes naturais. O tipo mais comum no mercado, denominado Regular, tem a maior parte de seus nutrientes fornecidos pelos sólidos do leite, como proteína, gordura e minerais (KEENEY; KROGER, 1987).

A qualidade do sorvete pode ser avaliada principalmente pelo *flavour*, textura, consistência e "corpo" do produto. O tamanho dos cristais de gelo influencia o tipo de textura, sendo que cristais superiores a 55 μm produzem uma textura grosseira. Enquanto a consistência se refere à dureza ou maciez do produto, podendo ser afetada pela temperatura e viscosidade da mistura, entende-se por "corpo" o comportamento do sorvete quando a temperatura é elevada e começa a derreter, sendo classificado em viscoso e esponjoso ou aguado e compacto (CHARLEY; WEAVER, 1998a).

Os ingredientes utilizados no mix, mistura dos ingredientes, têm extrema importância na qualidade do produto final. A gordura favorece o *flavour*, a textura e a consistência do sorvete. A sacarose confere "corpo" aos produtos congelados e influencia a formação dos cristais de gelo por causa do abaixamento do ponto de congelamento da água (CHARLEY; WEAVER, 1998b; FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996; SOLER; VEIGA, 2001).

A gordura do leite representa o ingrediente mais importante na qualidade do sorvete e o primeiro a ser estimado no cálculo do mix, sendo os demais ingredientes estabelecidos com base na proporção em que se ligam à gordura. A gordura láctea é um composto complexo formado por triacilgliceróis, fosfolipídeos, colesterol e pequenas quantidades de ácidos graxos livres (KEENEY; KROGER, 1987; VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

A principal fonte de gordura não-láctea em sorvetes é a gordura vegetal hidrogenada, que representa atualmente o produto mais concentrado em gorduras do tipo *trans*, obtidas pela hidrogenação de ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos *trans* sempre estiveram presentes na alimentação humana, visto que são produzidos naturalmente no rúmem de animais. Entretanto, a produção de substitutos para a manteiga e outras gorduras animais, a partir da hidrogenação parcial de óleos vegetais, proporcionou um aumento na ingestão desses isômeros na dieta. O consumo desse tipo de gordura pode elevar a concentração sérica de lipoproteína de baixa densidade (colesterol-LDL), fator de risco para a ocorrência de doenças cardiovasculares. Uma alternativa ao processo de hidrogenação é a interesterificação, usada para promover um rearranjo ou uma troca dos ácidos graxos em diferentes posições na molécula de glicerol da gordura, aumentando sua plasticidade e reduzindo a concentração de isômeros *trans* (MARTIN; MATSHUSHITA; SOUZA, 2004; FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996).

A sacarose tem como principal função conferir sabor doce, aumentar o teor de sólidos, contribuir com a textura e regular o ponto de congelamento do sorvete, sendo utilizada como padrão de referência do potencial de doçura de outros adoçantes (SOLER; VEIGA, 2001). Dados disponíveis na literatura demonstram que a sacarose e a gordura foram fatores determinantes na aceitabilidade de sorvetes light de baunilha e que quantidades extremamente baixas ou elevadas de ambos os ingredientes interferiram de forma negativa na qualidade do sorvete (GUINARD et al., 1996).

A fase contínua em sorvetes é representada por uma mistura densa de sacarose e a fase dispersa por bolhas de ar, glóbulos de gordura, micelas de caseína e hidrocolóides, permitindo a coexistência de três estados na mistura: gasoso, sólido e líquido. Porém, a homogeneização e a estabilização das fases imiscíveis em sorvetes, em geral, é feita com a utilização de

aditivos, como estabilizantes e emulsificantes (INNOCENTE; COMPARIN; CORRADINI, 2002).

Os emulsificantes são substâncias químicas, que adicionadas a algumas preparações tais como o sorvete, têm por finalidade manter a estabilidade da dispersão de duas fases imiscíveis, ou seja, a emulsão óleo em água, além de deslocar as proteínas da interface das bolhas de ar. As emulsões são obtidas pela mistura vigorosa de dois ingredientes não-miscíveis com a finalidade de formar as gotículas da fase dispersa, no entanto, a ausência do estabilizante provoca a separação das fases (ARMONDES, 1998; COULTATE, 2004; GOFF, 2008; VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996).

Tradicionalmente, a gema de ovo e a lecitina de soja são os agentes emulsificantes mais utilizados na indústria de alimentos. Entretanto, suas aplicações são limitadas a certos tipos de alimentos, sendo em geral substituídos por compostos sintéticos como os derivados de glicerol e ésteres de sorbitana. Os agentes emulsificantes mais utilizados em sorvetes são os derivados de glicerol. A maioria dos produtos emulsificantes são utilizados em associação com estabilizantes, que têm como função auxiliar na manutenção da estabilidade da emulsão, aumentando a viscosidade da fase aquosa, o que é desejável na formulação de sorvete. Os estabilizantes (goma guar, goma xantana, carragenanas e alginatos) comercializados com a denominação de liga neutra, não constituem agentes emulsificantes, mas têm grande afinidade pela água assegurando que soluções bastante diluídas permaneçam viscosas (COULTATE, 2004).

2.2.2 Processamento de sorvete

A matéria-prima utilizada na fabricação do sorvete deve ter boa procedência e ser conservada de maneira adequada com a finalidade de garantir a qualidade do produto final (VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996). As etapas que compõem a elaboração de sorvetes variam de acordo com a técnica escolhida, sendo de uma forma geral agrupadas em três etapas fundamentais: (1) mistura dos ingredientes e seu aquecimento, seguida de pasteurização; (2) congelamento após a homogeneização com o propósito de incorporar ar a mistura; (3) endurecimento, estágio onde a água não congelada do sorvete se deposita sobre os cristais de gelo aumentando seu tamanho (NARAIN et al., 2006).

O preparo da mistura compreende a etapa cujos ingredientes líquidos são colocados no equipamento de pasteurização para agitação e aquecimento, com o propósito de liquefazer a

gordura, dissolver a sacarose e o estabilizante. Os ingredientes secos são misturados entre si previamente, para evitar a formação de grumos e adicionados em seguida à mistura no pasteurizador antes que a temperatura atinja 50 ºC. A homogeneização deve ser iniciada imediatamente após o mix atingir a temperatura de pasteurização (MORETTI, 1977 apud ARMONDES, 1998).

A pasteurização representa uma das formas clássicas de conservação de alimentos e tem por principal objetivo destruir os microrganismos patogênicos não-esporulados e reduzir a microbiota banal. A Portaria nº 379 de 26 de abril de 1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999a) estabelece como obrigatória a pasteurização para a fabricação de gelados comestíveis elaborados com laticínios (AZEREDO et al., 2004a; ORDÓÑEZ, 2005).

Na indústria de sorvetes a pasteurização, em geral, pode ser feita de duas formas: em batelada ou contínua. O processo em batelada também conhecido como *batch* é realizado no equipamento homogeneizador à temperatura de 69 ºC a 71 ºC por 30 min, com resfriamento rápido imediatamente após o aquecimento. A pasteurização contínua é feita por trocadores de calor em sistema de alta temperatura e curto tempo (HTST) a temperatura de 80 ºC por 25 seg. Na ausência de um equipamento pasteurizador, os sorvetes podem ser pasteurizados de forma artesanal, aquecendo-se a mistura a 70 ºC por 30 min e resfriando-se rapidamente (VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996; SOLER; VEIGA, 2001).

A etapa seguinte é a maturação que tem por finalidade produzir mudanças desejáveis nos aspectos sensoriais do sorvete, tais como à solidificação da gordura, adsorção de água por proteínas e estabilizantes, resistência ao derretimento e melhora da textura e capacidade de incorporação de ar. O tempo de maturação é maior para mix com elevado teor de gordura (VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996; SOLER; VEIGA, 2001). Ao final dessa etapa são adicionados ao mix a polpa de fruta (a temperatura de +4 ºC) e o emulsificante, reduzindo o risco de precipitação das proteínas do leite por ácidos da polpa de fruta (MORETTI, 1977 apud ARMONDES, 1998).

O congelamento é considerado o estágio mais importante no processo de fabricação do sorvete e compreende o congelamento rápido com agitação do mix para incorporação de ar (*overrun*) e formação de cristais de gelos pequenos e o endurecimento do produto sem agitação para remover o calor de forma rápida (VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996; SOLER; VEIGA, 2001). Na etapa de congelamento é fundamental que o processo seja rápido, garantindo assim a formação de pequenos cristais de gelo que conferem o aspecto cremoso característico do sorvete (NARAIN et al., 2006).

O congelamento do mix para obtenção do sorvete é uma etapa simultânea ao batimento, permitindo a incorporação de ar à mistura enquanto é congelada. O mix sai do tanque de maturação a uma temperatura de +4 ºC a +5 ºC e o processo de congelamento reduz a temperatura para -4 ºC a -9 ºC. A partir dessa etapa se obtém o sorvete, que será transferido para câmara fria a temperatura de -25 ºC onde o congelamento e o endurecimento serão completados (VICENTE; CENZANO; VICENTE, 1996; SOLER; VEIGA, 2001).

2.3 ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS

Alimentação e nutrição são fatores importantes na promoção e na manutenção da saúde. O crescimento da incidência de doenças crônicas não-transmissíveis no mundo é causado, em grande parte, por fatores modificáveis como os hábitos alimentares. A alimentação tem papel importante como fator de risco de doenças crônicas não-transmissíveis em decorrência da relação entre o risco de diabetes, doença cardiovascular e hipertensão com o aumento do peso corporal. Desse modo, existe um grande interesse das instituições de saúde pública em reduzir a prevalência da obesidade (WHO; FAO, 2003).

A composição e a qualidade da alimentação, além da quantidade da ingestão de alimentos, influenciam a alteração da gordura corporal (TRICHES; GIUGLIANI, 2005). Assim, a limitação do consumo de alimentos com elevada densidade energética (alta concentração de gordura, sacarose e amido) contribui para a redução da ingestão total de energia (WHO; FAO, 2003).

A crescente importância e divulgação da relação entre saúde e obesidade tem contribuído para a conscientização dos consumidores com relação à qualidade da alimentação, conseqüentemente os fabricantes de alimentos estão oferecendo produtos alternativos com características especiais (MESICH, 2006). A indústria de alimentos tem procurado por substitutos que atendam a essa exigência e mantenham as características dos produtos convencionais, como textura, sabor e aroma considerando a demanda por alimentos dietéticos (NABESHIMA et al., 2001).

Define-se como alimentos para fins especiais “os alimentos especialmente formulados ou processados, nos quais se introduzem modificações no conteúdo de nutrientes, adequados à utilização em dietas diferenciadas e/ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas” (BRASIL, 1998a).

A indústria sorveteira foi influenciada pelo crescimento do consumo de produtos com reduzida concentração de lipídeos, de carboidratos e de energia, contribuindo para que o sorvete também seja comercializado nas variedades diet ou light, com o propósito de atender essa nova tendência (GARCIA; MARSHALL; HEYMANN, 1995).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determina que a alegação diet e light seja atribuída a produtos alimentícios desde que atendam as exigências da Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998b), que dispõe a respeito da informação nutricional complementar. Para que um alimento seja considerado "baixo" ou "light", quanto ao atributo valor energético, o mesmo deve fornecer no máximo 40 kcal/100 g ou 20 kcal/100 mL. No caso da sacarose, a alegação de light é aceita apenas para alimentos com no máximo de 5 g de sacarose em 100 g ou 100 mL do produto e no máximo de 40 kcal/100 g ou 20 kcal/100 mL, acompanhado da frase "Este não é um alimento com valor energético reduzido", caso não seja observada redução do valor calórico (BRASIL, 1998b).

Com relação às gorduras totais, a alegação "baixo" ou "light" pode ser utilizada para fins de rotulagem do produto quando o teor de gorduras for no máximo 3 g/100 g ou 1,5 g/100 mL. O atributo "reduzido" é admitido quando o teor de gordura no alimento apresentar uma redução de no mínimo 25% e uma diferença no teor de gorduras totais maior que 3 g em 100 g ou 1,5 g em 100 mL em comparação ao alimento de referência (BRASIL, 1998b).

O uso da expressão "diet" é permitido em alimentos destinados a dietas de ingestão controlada de sacarose e especialmente formulados para atender às necessidades de pessoas que apresentem distúrbios no metabolismo de sacarose, não devendo ser adicionado de sacarose. Tais alimentos devem conter no máximo 0,5 g do dissacarídeo de referência por 100g ou 100 mL no produto final a ser consumido e, no caso de alimentos para dietas com restrição de gorduras, podem conter no máximo 0,5 g de gordura total/100 g ou 100 mL no produto final a ser consumido (BRASIL, 1998b).

Diversos produtos têm surgido no mercado com a finalidade de substituir as propriedades da gordura e da sacarose em produtos lácteos, como resultado da crescente preocupação em reduzir o consumo de gorduras totais, gorduras do tipo *trans* e sacarose. Tais produtos apresentam custo elevado por serem importados e sua disponibilidade é limitada a regiões de maior desenvolvimento industrial (CAPRILES; ARÊAS, 2005).

A substituição parcial ou total de gordura e de sacarose no sorvete acarreta algumas mudanças indesejáveis, tais como, baixo *overrun*, redução da viscosidade e aumento da taxa de derretimento (NABESHIMA et al., 2001). Os substitutos eficazes de gordura reduzem o

valor energético da preparação mantendo as características sensoriais e físicas conferidas pela gordura ao sorvete (ROLAND; PHILLIPS; BOOR, 1999).

Nabeshima et al. (2001) avaliaram as características físicas de sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e de sacarose, Simplesse e Litesse, respectivamente. Os autores concluíram que a substituição aumentou a velocidade de derretimento do sorvete, no entanto, uma combinação desses ingredientes na proporção de 3,0% de Simplesse e 6,0% de Litesse, possibilita a produção de sorvete, com redução de 26% do valor energético e 60% da gordura, com características físicas semelhantes a dos sorvetes convencionais.

2.3.1 Substitutos de gordura

As gorduras representam a maior fonte de energia da dieta, sendo essenciais ao desenvolvimento e crescimento, possuem ácidos graxos essenciais necessários à manutenção da parede celular e síntese de prostaglandinas. Além disso, auxiliam na absorção de vitaminas lipossolúveis, na produção de hormônios e na saciedade exercem importantes funções estruturais e energéticas (ADA, 2005; IFIC, 2007). Sua ingestão excessiva está associada a uma maior incidência de obesidade, embora a elevada ingestão de carboidratos simples também seja um fator de risco (ROSADO; MONTEIRO, 2001).

As instituições de saúde pública têm estimulado a redução da ingestão de gorduras (≤ 30% da ingestão energética diária), sendo o consumo de alimentos que utilizam substitutos de gordura uma alternativa auxiliar no alcance dessa meta (UPMC, 2007). A gordura pode ser substituída por ingredientes similares constituídos de carboidratos, proteínas e da própria gordura em combinações ou individualmente. Os substitutos de gordura representam uma ampla classe de compostos químicos com variáveis propriedades tecnológicas, sensoriais e funcionais, além de possuírem diversos efeitos fisiológicos (AKOH, 1998). Estes compostos são uma alternativa segura, livres de efeitos tóxicos ao organismo, reconhecidos geralmente como seguros (GRAS- *Generally Recognized as Safe*) pelo *Food and Drug Administration* (FDA) dos Estados Unidos da América e permitem a redução do valor energético da dieta e da ingestão total de gordura (ADA, 2005; PINHEIRO; PENNA, 2004).

2.3.1.1 Conceitos e classificação

Os termos estrangeiros são de uso freqüente para designar os substitutos de gordura em decorrência da carência da legislação brasileira em relação a uma terminologia específica para essa classe de substâncias (MONTEIRO et al., 2006; PINHEIRO; PENNA, 2004). A classificação mais conhecida e aceita a respeito dos substitutos de gordura foi publicada pela *American Dietetic Association* (ADA, 2005), onde são denominados pelo termo genérico *fat replacers* e conceituados como "um ingrediente que pode ser usado para promover alguma ou todas as funções da gordura, fornecendo menos calorias que a gordura". Os *fat replacers* estão divididos em quatro subgrupos: *fat substitutes*, *fat mimetics*, *fat extenders* e *fat analogs* (ADA, 2005; PINHEIRO; PENNA, 2004).

Os *fat substitutes* (repositores ou substitutos de gordura) são definidos como "ingredientes que se assemelham a gorduras e óleos convencionais e podem substituir a gordura na base peso/peso" (ADA, 2005). São substâncias derivadas da própria gordura por modificação enzimática ou sintetizadas quimicamente, resistentes à hidrólise por enzimas digestivas, sendo a maioria estável à temperatura de cocção e fritura (ADA, 2005; AKOH, 1998; PINHEIRO, PENNA, 2004).

Os *fat mimetics* (imitadores de gordura) são substâncias capazes de imitar uma ou mais propriedades físicas e sensoriais das gorduras nos alimentos (ADA, 2005; AKOH, 1998). São elaborados a base de carboidratos, proteínas ou componentes de gordura e utilizados isoladamente ou em combinação, porém não são capazes de substituir a gordura na base peso/peso (MONTEIRO et al., 2006; PINHEIRO, PENNA, 2004). Fornecem de 0 - 4 kcal/g, promovem lubrificação e *mouthfeel* (sensação na boca produzida pela gordura). Por absorverem uma grande quantidade de água, não são adequados à utilização em frituras, por causa da suscetibilidade ao escurecimento em função do calor (AKOH, 1998; ZAMBRANO; CAMARGO, 1999).

Uma outra classe de substituto de gordura inclui os *fat extenders* (extensores de gordura), utilizados com o propósito de otimizar a funcionalidade da gordura, permitindo uma redução na quantidade de gordura utilizada no produto tradicional. Constituem um sistema de gorduras ou óleos padrões que formam emulsões contendo a gordura utilizada no produto original (ADA, 2005; PINHEIRO, PENNA, 2004).

Os *fat analogs* (análogos da gordura) representam outro grupo de *fat replacers* que possuem muitas das características das gorduras, entretanto com a digestibilidade e o valor nutritivo reduzidos. São também conhecidos como *low-calorie fat* ou *calofats* (gordura de

baixa caloria). São triacilgliceróis sintetizados a partir da combinação de ácidos graxos não-convencionais na cadeia do glicerol, resultando em baixo valor calórico. Fornecem de 0-5 kcal/g e compreendem óleos e gorduras não-metabolizáveis, total ou parcialmente (PINHEIRO; PENNA, 2004; ZAMBRANO; CAMARGO, 1999).

A combinação de substitutos de gordura e de sacarose é uma alternativa na redução do valor energético de sorvetes aliada a manutenção da palatabilidade. Atualmente se encontra a disposição das indústrias brasileira bases neutras para a elaboração de sorvetes diet e light, como os produtos *Selecta Light* e o *Selecta Cream Livre de Trans* da empresa Duas Rodas (DUAS RODAS, s.d.).

O *Selecta Light* fornece cerca de 2,5 kcal/g e possui em sua composição a combinação de substitutos de gordura (polidextrose, maltodextrina, amido modificado e concentrado protéico de soro de leite) e sacarose (sorbitol, acessulfame-k e sucralose). Recomenda-se a utilização de 150 g para cada litro de leite ou água. O *Selecta Cream Livre de Trans* é uma alternativa à substituição da gordura vegetal hidrogenada na elaboração do sorvete, possui em sua composição a combinação de proteína de soja, sacarose, maltodextrina, leite em pó desnatado e espessante goma guar (DUAS RODAS, s.d.).

2.3.1.2 Substitutos de gordura derivados de carboidratos

Este grupo de substitutos é classificado como *fat mimetics* por causa da sua capacidade de imitar algumas das propriedades que a gordura confere aos alimentos. São derivados de carboidratos como celulose, dextrinas, maltodextrinas, polidextroses, gomas, fibras e amido modificado. Fornecem até 4 kcal/g ou são isentos de valor energético por não serem metabolizáveis, como a celulose (ADA, 2005; MONTEIRO et al., 2006). Na Tabela 1 estão apresentados alguns exemplos de substitutos de gordura derivados de carboidratos e suas aplicações.

Tabela 1. Substitutos de gordura derivados de carboidratos, exemplos e aplicações na indústria de alimentos

Tipo de carboidrato	Marca comercial	Propriedade tecnológico-funcional	Aplicações
Polidextrose	Litesse™	Retenção de umidade, agente de massa e texturizante	Sorvetes, iogurtes, biscoitos, molhos
Amido	OptaGrade®	Estabilizante, geleificante e espessante	Carne processada, sobremesas congeladas
Maltodextrinas	Oatrim®	Texturizante, geleificante e espessante	Produtos de panificação, lácteos e sobremesas
Celulose e carboximetilcelulose	Avicel®	Retenção de água, estabilizante, espessante e texturizante	Produtos lácteos, molhos, sobremesas congeladas
Fibras	Oat fiber®	Texturizante, geleificante e espessante	Produtos de panificação, carnes
Gomas	Novagel	Retenção de água, texturizante e espessante	Produtos lácteos e molhos, sobremesas congeladas

Fonte: adaptado de Pinheiro e Penna (2004).

O produto Litesse, polidextrose beneficiada produzida pela empresa *Danisco Sweeteners* do Reino Unido, é um polímero de condensação aleatória da D-glucose com algumas unidades de sorbitol e um ácido. Fornece cerca de 1 kcal/g, sendo capaz de reduzir em 75% o teor energético quando utilizada em sorvetes, além de melhorar a viscosidade, abaixar o ponto de congelamento e possibilitar a substituição do "corpo" da sacarose e das propriedades funcionais da gordura (DANISCO SWEETENERS, 2002; MITCHELL, 1996; SOLER; VEIGA, 2001).

Entre suas propriedades, a capacidade de manter a umidade do produto e agir como um agente de massa favorecem sua utilização como substituto de sacarose e de gordura nos alimentos, pois contribuem na textura e na palatabilidade, proporcionando cremosidade (SETSER; RACETTE, 1992). Quando hidrolizada, a polidextrose forma um gel que mimetiza algumas das características tecnológicas-funcionais das gorduras (ADA, 2005).

A legislação brasileira considera a polidextrose um aditivo com função de espessante, agente de massa, estabilizante, umectante e veículo de adoçantes dietéticos (BRASIL, 1999b). Devido ao efeito laxativo, indica-se a moderação no consumo de alimentos contendo polidextrose, sendo que para produtos onde a ingestão diária forneça 90 g desta substância no

rótulo ou embalagem deve constar a informação “Este produto pode ter efeito laxativo” (BRASIL, 1998a).

A maioria dos substitutos de gordura derivados de carboidratos são hidrocolóides (compostos com características hidrofílicas) que apresentam propriedades específicas, tais como, a estabilização de espumas, emulsões e suspensões, gelatinização, estabilidade a diferentes pH e temperaturas, resistência mecânica e sinergismo com outros hidrocolóides. Estes derivados são utilizados há décadas pela indústria de alimentos, sendo classificados pela legislação brasileira como espessantes e estabilizantes e considerados substâncias GRAS (BRASIL, 2002; LUCCA; TEPPER, 1994).

Os substitutos mais utilizados são as dextrinas e o amido modificado, por causa da absorção de água em suas estruturas, sendo capazes de formar um gel que confere estrutura e *mouthfeel* similar à gordura. As gomas são utilizadas em sobremesas congeladas, produtos cárneos e molhos para salada, agindo como emulsificantes e espessantes, além de reter a umidade no produto (SWANSON; PERRY; CARDEN, 2002).

As maltodextrinas constituem polímeros de D-glucose, obtidos pela hidrólise do amido de milho por ácidos ou enzimas. São usadas com a finalidade de conferir viscosidade, aumentar o teor de sólidos solúveis, inibir a cristalização e controlar o ponto de congelamento (CHARLEY; WEAVER, 1998b). Em *cookies* é possível a substituição de 25% a 35% da gordura por maltodextrina com alterações mínimas nas características físicas e sensoriais em relação às formulações tradicionais (ADA, 2005).

Dentre outros carboidratos não-digeríveis utilizados como substitutos de gordura podem ser citadas as pectinas e a celulose. As pectinas possuem a capacidade de formar géis, utilizadas na fabricação de geléias, molhos, patês, produtos cárneos, sobremesas geladas e bolos. A celulose após ser triturada forma micropartículas capazes de produzir géis, sendo empregada na fabricação de queijos, molhos, sobremesas geladas e outros produtos lácteos (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

2.3.1.3 Substitutos de gordura derivados de proteínas

Nos últimos 65 anos as indústrias produtoras de sorvete têm investido na utilização de sólidos do soro de leite como substituto de parte dos sólidos não-gordurosos do leite. No entanto, pesquisas ao longo dos anos demonstraram que o soro de leite possui entre outras

propriedades a capacidade de substituir a gordura sem grandes alterações das características físicas do sorvete (GOFF, 2008).

Os substitutos de gordura derivados de proteínas são classificados como *fat mimetics* e produzidos a partir das proteínas do leite, soro de leite e ovos. Estes derivados de proteínas fornecem de 1 - 4 kcal/g (ADA, 2005; CÂNDIDO; CAMPOS, 1996). As proteínas podem ser combinadas entre si ou com amidos, gomas e outros hidrocolóides, constituindo substitutos com efeito sinérgico na redução da gordura e manutenção da textura original do produto (ADA, 2005).

A utilização de proteínas como substituto de gordura apresenta entre outras vantagens a capacidade das proteínas de se ligarem aos componentes aromáticos e a possibilidade de utilização de menores quantidades para substituir a gordura, ou seja, cerca de um (1) grama de substitutos de gordura derivados de proteínas pode substituir três gramas de gordura em cremes. Sua aplicação se limita a produtos que não serão submetidos a altas temperaturas ou aquecimento prolongado, o que ocasionaria desnaturação e coagulação, com perda da cremosidade. Entretanto, são utilizados em derivados lácteos como sorvetes diet e light, sobremesas geladas, *milkshakes*, manteigas com reduzido teor de lipídeos, queijos light e iogurtes (ADA, 2005; CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

A principal fonte de proteínas como substituto de gordura é o soro de leite bovino, obtido da fabricação de queijos. O concentrado protéico de soro do leite (25 - 80% de proteína) é obtido quando são removidos da fração seca lipídeos, minerais e lactose, já o isolado protéico (≥ 90% de proteína) resulta da remoção de grande parte dos componentes não-protéicos do leite. Atualmente os concentrados protéicos de soro de leite bovino são utilizados na indústria de alimentos como um importante ingrediente na fabricação de iogurtes, queijos, sorvetes, fórmulas de dietas modificadas, sopas por suas propriedades tecnológico-funcionais (habilidade das proteínas em estabilizar emulsões e espumas, formar gel, aumentar a viscosidade) (FOEGEDING et al., 2002).

As proteínas microparticuladas derivadas do soro de leite são obtidas a partir da agregação física de moléculas protéicas e não de interações químicas, o que permite a manutenção da estrutura e da seqüência de aminoácidos, preservando as características nutritivas da proteína. Além disso, aumentam a viscosidade, formam géis, retém e incorporam ar, facilitam o batimento e a aeração e possuem a capacidade de reter gordura. A presença de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos permite a ação emulsificante das proteínas do soro. As micropartículas produzidas deslizam umas sobre as outras durante a degustação promovendo a sensação similar a cremosidade da gordura (PINHEIRO; PENNA, 2004).

Na fabricação de sorvetes sem adição ou com redução do teor de gordura, tais proteínas são capazes de imitar a textura e realçar o *flavour*. Os principais concentrados protéicos de soro de leite comercializados são os produtos Simplesse e *Dairy-Lo* (PRINDIVILLE; MARSHALL; HEYMANN, 2000). O Simplesse é constituído por micropartículas de proteínas do soro que produzem durante a degustação uma sensação de cremosidade semelhante à da gordura e fornece 1,5 kcal/g. Apresenta como vantagem a manutenção da textura e sensação palatável dos produtos convencionais (ZAMBRANO et al., 2002).

O produto comercial *Dairy-Lo* é um concentrado de proteínas desnaturadas do soro de leite, característica que confere ao produto a capacidade de interagir com água, outras proteínas e componentes aromáticos proporcionando controle da viscosidade, estabilidade das bolhas de ar e controle da emulsificação, principalmente em produtos como sorvetes, produtos lácteos e sobremesas geladas (SOLER; VEIGA, 2001; PRINDIVILLE; MARSHALL; HEYMANN, 2000). Outros exemplos de substitutos de gordura derivados de proteínas e suas aplicações estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Substitutos de gordura derivados de proteínas, exemplos e aplicações

Tipo de proteína	Marca comercial	Propriedade tecnológico-funcional	Aplicações
Prolaminas (milho)	Lita®	Resistência térmica, espessante e estabilizante	Maionese, sorvetes e patês
Albumina do ovo e proteína do leite	Trailblazer®	Texturizante	Sobremesas geladas e substituto de carne
Concentrado de soro de leite	CALPRO®	Geleificante, retenção de água, e aumenta a viscosidade	Bebidas, sobremesas, pães, e produtos cárneos
Proteína do leite	NUTRILAC®	Emulsificante e resistência térmica	Iogurtes e cremes
Colágeno	Calfskin Gelatin®	Emulsificante, estabilizantes e geleificante	Queijos, sorvetes, iogurtes e produtos cárneos
Proteínas e fosfolipídeos do ovo	Eggcelent™	Emulsificante	Maioneses e bolos

Fonte: adaptado de Cândido e Campos (1996).

2.3.1.4 Substitutos de gordura relacionados a lipídeos

Essa classe de substitutos inclui ácidos graxos alterados por processos químicos com a finalidade de fornecer baixo ou nenhum valor energético em substituição as 9 kcal/g fornecidas pelos óleos e gorduras convencionais. São classificados como *fat analogs* ou *fat extenders*, de acordo com suas propriedades (BUTLES, 1997). Os substitutos de gordura relacionados aos lipídeos podem ser agrupados em quatro principais grupos, os poliésteres de sacarose com ácidos graxos, os triacilgliceróis estruturados, os ésteres de polióis com ácidos graxos e os emulsificantes (AKOH, 1998; BROWN, 1999).

Os emulsificantes são substâncias derivadas de gorduras ou ácidos graxos que apresentam como principal característica a capacidade de modificar as propriedades interfaciais de sólidos e de líquidos (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996). São utilizados em associação a água para substituir parte ou toda a gordura utilizada na fabricação de misturas para bolos, biscoitos, sorvetes e produtos lácteos. Por serem utilizados em menor quantidade permitem uma redução na quantidade de gordura e no valor calórico do produto mesmo fornecendo 9 kcal/g. A maioria dos emulsificantes é resistente a altas temperaturas e podem ser aplicados em uma ampla variedade de produtos, como *snacks* e iogurtes (ADA, 2005). Outros substitutos de gordura relacionados aos lipídeos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Substitutos de gordura relacionados a lipídeos, exemplos e aplicações

Tipo de Lipídeo	Marca comercial	Propriedade tecnológico-funcional	Aplicações
Triacilgliceróis com ácidos caprílico, capríco e behênico	Caprenina®	Estabilizantes e emulsificante	Doces e coberturas
Éster de álcool graxo	DDM®	Amaciante	Queijos, sorvetes, chocolates, produtos de panificação e batatas fritas
Ésteres de ácidos graxos monoinsaturados e álcoois de cadeia longa	Óleo de jojoba	Aumento do ponto de fusão	Chocolate e margarinas

Fonte: adaptado de Cândido e Campos (1996).

2.3.2 Substitutos de sacarose

Os carboidratos representam a principal fonte de energia (4 kcal/g) na dieta de grande parte da população mundial e recomenda-se que a contribuição na dieta seja de 45-65% do valor energético total (IOM, 2005). No entanto, a ingestão excessiva de sacarose diminui a concentração de nutrientes do alimento e pode contribuir para a obesidade (WHO, 2003).

Os carboidratos conferem aos alimentos diversas propriedades físicas, tais como a capacidade de fixar a água (higroscopicidade), cristalizar, formar géis e poder adoçante. Sendo a capacidade de formar géis e soluções viscosas as principais propriedades tecnológicas dos carboidratos em alimentos (ORDÓÑEZ, 2005).

Os substitutos de sacarose, conhecidos como adoçantes ou edulcorantes, são classificados em dois grupos de acordo com o Codex Alimentarius (FAO, 1985). Os edulcorantes intensos ou não-nutritivos incluem substâncias com baixo valor energético ou não-energéticas, que são utilizados em pequenas quantidades com o propósito de fornecer doçura acentuada, e não exercem nenhuma outra função tecnológica no produto final. Ao contrário dos agentes de massa, que são utilizados em maiores quantidades com a finalidade de conferir textura aos alimentos e, na maioria das vezes, fornecem quantidade de energia semelhante à sacarose (FAO, 1985).

2.3.2.1 Conceitos e classificação

O termo edulcorante foi definido pela primeira vez pelo Decreto nº 55.871 de 20/03/1965 como “qualquer substância orgânica, não-glicídica, com a capacidade de conferir sabor doce aos alimentos” (ABIA, 1989). Com o passar dos anos a legislação foi modificada e em 1988 a Portaria nº 25 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde conferiu a nomenclatura de adoçante dietético a todos os produtos à base de edulcorantes, com ou sem a adição de sacarose (BRASIL, 1988). Segundo a ANVISA o termo edulcorante é definido como a “substância diferente da sacarose que confere sabor doce ao alimento” (BRASIL, 1997).

Embora não exista uma definição única para edulcorantes e adoçantes, Angelucci (1990) apud Cândido e Campos (1996) define edulcorantes como “substâncias dotadas de sabor extremamente doce, não necessariamente sacarose ou polióis, embora possa contê-los como parte integrante de suas moléculas, não necessariamente energéticas, com poder

edulcorante muito superior ao da sacarose" e adoçantes como "compostos de sabor doce como os açúcares e os polióis, quase sempre energéticos, tendo a sacarose como membro principal, cujo poder edulcorante é unitário".

Por causa da natureza controversa dos conceitos e da classificação de edulcorantes e adoçantes, a *American Dietetic Association* propôs uma classificação quanto a quantidade de energia fornecida por tais constituintes em: adoçantes nutritivos e não-nutritivos. Os adoçantes nutritivos fornecem até 4 kcal/g, incluem a sacarose, a frutose e os polióis. Ao contrário, os adoçantes não-nutritivos não fornecem energia ou a quantidade fornecida não é significativa, tais como o aspartame, a sacarina e a sucralose. Polióis e adoçantes não-nutritivos substituem a sacarose de adição e são conhecidos como substitutos de macronutrientes, substituintes de sacarose, substitutos de sacarose ou adoçantes alternativos (ADA, 2004).

2.3.2.2 Adoçantes nutritivos

Incluem substâncias que ocorrem naturalmente ou são adicionadas aos alimentos, como sacarose, frutose, glicose, lactose, xaropes de glicose e de frutose, açúcar invertido, mel, melados e polióis (ADA, 2004; CÂNDIDO; CAMPOS, 1996). O açúcar de mesa (sacarose) é um dissacarídeo, constituído quimicamente pela união de uma molécula de glicose e uma de frutose, obtida a partir da cana-de-açúcar ou da beterraba. Fornece 4 kcal/g e possui baixa densidade de nutrientes (relação entre a quantidade de nutrientes e o valor energético). No Brasil, a cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para obtenção da sacarose. Seu refino é complexo e inclui etapas de extração, evaporação, centrifugação, clarificação e cristalização (BOBBIO; BOBBIO, 2003; FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996; VIGGIANO, 2003).

A utilização da sacarose na indústria de alimentos ocorre em função de suas características tecnológicas, contribuindo para melhorar o sabor, textura, volume, estabilidade, formação de gel e como preservativo, inibindo o crescimento de certos microrganismos. Em produtos gelados, a adição de sacarose provoca uma redução do ponto de congelamento da água, afetando a formação e o tamanho dos cristais de gelo (FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996).

Os polióis são carboidratos resultantes do processo de hidrogenação catalítica de um sacarídeo redutor específico, podendo ser obtidos da sacarose (sorbitol, manitol, isomalte), da lactose (lactitol e galactitol) e de outros carboidratos como a hemicelulose (xilitol) e o amido

(maltitol, sorbitol e lycasin). A exceção do xilitol, todos os demais polióis possuem poder adoçante inferior ao da sacarose e fornecem em média 2,4 kcal/g. São utilizados como agentes de corpo ou massa com a finalidade de substituir as propriedades funcionais da sacarose (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996; FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996).

O produto Lactitol é um dissacarídeo derivado da lactose, com características similares à sacarose, fabricado pela empresa *Danisco Sweeteners*. Pode ser utilizado como substituto de "corpo" da sacarose, sendo que possui leve sabor doce, proporciona redução de 40% do valor energético em sorvetes e fornece cerca de 2 kcal/g (DANISCO SWEETENERS, 2003).

O Lactitol é obtido a partir do processo de hidrogenação de soluções de lactose (30-40%), a temperatura de 100 ºC e pressão controlada na presença de níquel como catalisador. Após a hidrogenação, a solução é concentrada e cristalizada. Dependendo do processo de cristalização são obtidas duas formas, uma monohidratada com ponto de fusão em torno de 121 ºC a 123 ºC e outra dihidratada com ponto de fusão de 76 ºC a 78 ºC (VELTHUIJSEN; BLANKERS, 1991). O Lactitol pode ser classificado como agente de massa, pois proporciona estrutura e textura semelhante ao da sacarose e pode substituir a sacarose na proporção de 1:1 em peso. Em geral, é necessária a utilização de adoçante de alta intensidade para fornecer o sabor doce adequado. Doçura semelhante a da sacarose pode ser obtida combinado-se o Lactitol com 0,3% acessulfame-k ou aspartame (NABORS, 2002).

Entre as principais propriedades do Lactitol podem ser citadas sua baixa higroscopicidade, estabilidade térmica, boa solubilidade a baixas temperaturas, viscosidade em solução aquosa maior do que a sacarose e capacidade de promover a redução do ponto de congelamento de modo similar à sacarose. As principais aplicações do Lactitol incluem produtos de panificação, chicletes, chocolates, confeitaria e sorvetes. A combinação das propriedades do Lactitol, como higroscopicidade, solubilidade e redução do ponto de congelamento, são de grande importância na redução do valor energético de sorvetes (VELTHUIJSEN; BLANKERS, 1991).

2.3.2.3 Adoçantes não-nutritivos ou edulcorantes

Incluem substâncias com a capacidade de conferir sabor doce quando adicionados em pequenas quantidades sem fornecer energia adicional ao alimento, como sacarina, ciclamato, aspartame, acessulfame-k, sucralose e neotame. São chamados de adoçantes de alta intensidade e utilizados em alimentos para fins especiais, destinados a indivíduos com

patologias específicas como diabetes e outras doenças crônicas, além de auxiliar na saúde bucal, no controle da glicemia e na qualidade da alimentação (ADA, 2004).

Adoçantes não-nutritivos de alta intensidade são potentes substitutos de sacarose que contribuem com a redução energética do produto (FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996). Aspartame, sacarina, acessulfame-K e sucralose têm sido amplamente utilizados como substitutos da sacarose em produtos lácteos. A sucralose destaca-se pela elevada solubilidade e estabilidade em água e em meio ácido, por não possuir sabor amargo e residual metálico, além da alta estabilidade térmica durante o processamento e estocagem (PINHEIRO et al., 2005).

Como os adoçantes de alta intensidade conferem apenas o sabor doce, assim é necessária a adição de agentes de massa, tais como, polidextrose, maltodextrina, celulose e polióis, com a finalidade de fornecer as propriedades funcionais (estrutura, saciedade) de adoçantes nutritivos como a sacarose (MESICH, 2006, ADA, 2004; GIESE, 1993). Agentes de massa como a maltodextrina e a polidextrose são usados comumente em formulações com teor reduzido de sacarose em razão da sua mínima interferência no processo produtivo do sorvete, vida de prateleira e custo final (ROLAND; PHILLIPS; BOOR, 1999). A legislação brasileira define agente de massa como a "substância que proporciona o aumento de volume e/ou da massa dos alimentos, sem contribuir significativamente para o valor energético do alimento" (BRASIL, 1997).

A empresa *Tate & Lyle* produz e comercializa adoçante exclusivamente a base de sucralose com o nome comercial Splenda. Este edulcorante tem se tornado muito popular nos últimos anos sendo constantemente utilizado em produtos livre ou com baixa adição de sacarose (MESICH, 2006). A sucralose é um derivado da sacarose, que não fornece energia, obtida pela substituição dos três grupos hidroxila por três moléculas de cloro. Esta estrutura química promove mudanças na estabilidade e na doçura sem interferir na qualidade sensorial, uma vez que mantém o sabor doce similar ao da sacarose e não apresenta sabor residual. É caracterizada por ser um pó branco cristalino altamente solúvel em água, etanol e metanol (MILLER, 1991).

A sucralose não é metabolizada pelo organismo, sendo excretada inalterada na urina. Além disso, não altera os níveis de glicose sangüínea em indivíduos normais e diabéticos, pois não é reconhecida como carboidrato (GREENLY, 2003). O poder adoçante da sucralose é de cerca de 600 vezes superior à sacarose. Diversos estudos demonstraram sua segurança, além de não ser cariogênica, não representar risco neurológico, teratogênico e tóxico a

humanos. Foi aprovada pelo FDA como um adoçante geralmente intencional (ADA, 2004; MILLER, 1991).

Entre as principais propriedades da sucralose como adoçante não-calórico podem ser citadas a alta resistência térmica, alta estabilidade e solubilidade em fase aquosa e alterações de pH. Suas propriedades físico-químicas permitem a aplicação em uma grande variedade de alimentos e bebidas proporcionado qualidade, sabor agradável e reduzido valor energético (NACHTIGALL; ZAMBIAZI, 2006; MILLER, 1991).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas, bem como a aceitabilidade de sorvete com mangaba e substituição de gordura não-láctea, de sacarose ou de ambos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a composição centesimal e propriedades físicas da polpa de mangaba;
- testar sorvete com mangaba controle e com substituição de gordura não-láctea, de sacarose ou de ambos;
- avaliar a aceitabilidade de consumidores potenciais das formulações teste de sorvetes com mangaba;
- determinar as características, físicas, químicas e microbiológicas dos sorvetes elaborados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Polpa de mangaba congelada (-18 ºC) foi adquirida na cidade de Goiânia, GO, transportada em caixa térmica e conservada em freezer vertical a -18 ºC. Os demais ingredientes (leite integral UHT com 3,5% de gordura, creme de leite com 35% de gordura, açúcar refinado, estabilizante, emulsificante e gordura vegetal hidrogenada) foram obtidos no comércio local da cidade de Goiânia, GO e conservados à temperatura ambiente. Emulsificante e estabilizante foram adquiridos em Campinas, SP. Os substitutos de gordura (*Dairy-Lo*) e sacarose (Litesse, Lactitol e sucralose) foram adquiridos na cidade de São Paulo, SP e a base neutra para preparo de sorvete light e diet *Selecta Light* em Anápolis, GO.

4.2 ELABORAÇÃO DO SORVETE

A polpa de mangaba foi descongelada 24 horas antes da elaboração do sorvete em refrigerador à temperatura de 2 ºC, separada em porções de 4 kg em embalagens plásticas e mantida em refrigerador (2 ºC). O mix para produção do sorvete com mangaba foi homogeneizado, pasteurizado e maturado no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT-UFG). O sorvete com mangaba foi processado na empresa Gelatti Indústria e Comércio de Sorvetes, em Goiânia, GO.

Os ingredientes para a produção dos sorvetes foram pesados à temperatura ambiente e os ingredientes secos de cada formulação misturados em recipiente plástico. O leite foi transferido da embalagem para um recipiente de aço inox e aquecido, sendo os ingredientes secos adicionados quando a temperatura do leite atingiu 40 ºC. Procedeu-se a homogeneização manual e a pasteurização lenta, mantendo-se o mix a temperatura de 70 ºC por 30 min, seguindo-se o resfriamento a temperatura de 10 ºC com banho de gelo. Para o processo de maturação o mix foi resfriado a 4 ºC por 5 horas com agitação manual, utilizando-se uma colher inox, a cada 30 min.

Ao final do processo de maturação, o mix foi acondicionado em caixas térmicas com gelo em cubos para manutenção da temperatura e transportado até a Gelatti Indústria e Comércio de Sorvetes. Em seguida, o mix foi adicionado de polpa de mangaba e

emulsificante para a homogeneização em liquidificador industrial por 4 min. Após a homogeneização foi transferido para a produtora de sorvete para o batimento e congelamento a -5 ºC até obtenção da consistência desejada. O sorvete foi acondicionado em balde de polietileno, com capacidade de dois litros (previamente refrigerado a 2 ºC) e estocado em câmara fria a -25 ºC por 48 horas para endurecimento. O produto foi transportado da Gelatti para o Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos da FANUT-UFG em caixas térmicas com gelo e armazenado em freezer vertical a temperatura de -18 ºC. Na Figura 1 está apresentado o fluxograma de processamento do sorvete com mangaba.

As formulações controle e testes de sorvete com mangaba estão apresentados na Tabela 4 e os tipos de carboidratos com os valores respectivos na Tabela 5. Os valores dos ingredientes do mix foram calculados conforme Soler e Veiga (2001). A formulação controle (C) foi elaborada com todos os ingredientes, com exceção dos substitutos de gordura e de sacarose. Para obtenção de sorvetes diet e light, as formulações SL, LLS, DL e DLS foram elaboradas com substitutos de gordura ou com substitutos de sacarose ou ambos. Em razão das propriedades diferenciadas dos substitutos de gordura comercializados optou-se por testar fórmulas com três tipos de produtos (*Dairy-Lo*, Litesse e *Selecta Light*). Para os substitutos de sacarose foi feita uma combinação dos produtos Lactitol (agente de massa) e sucralose (adoçante não-nutritivo de alta intensidade). A formulação SL foi elaborada com substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light* e LLS foi preparada com substituição da gordura por Litesse e da sacarose por Lactitol e sucralose. As formulações DL e DLS foram elaboradas com substituição total da gordura não-láctea pelo *Dairy-Lo,* sendo que a fórmula DLS foi testada também com substituição total da sacarose (Lactitol e sucralose).

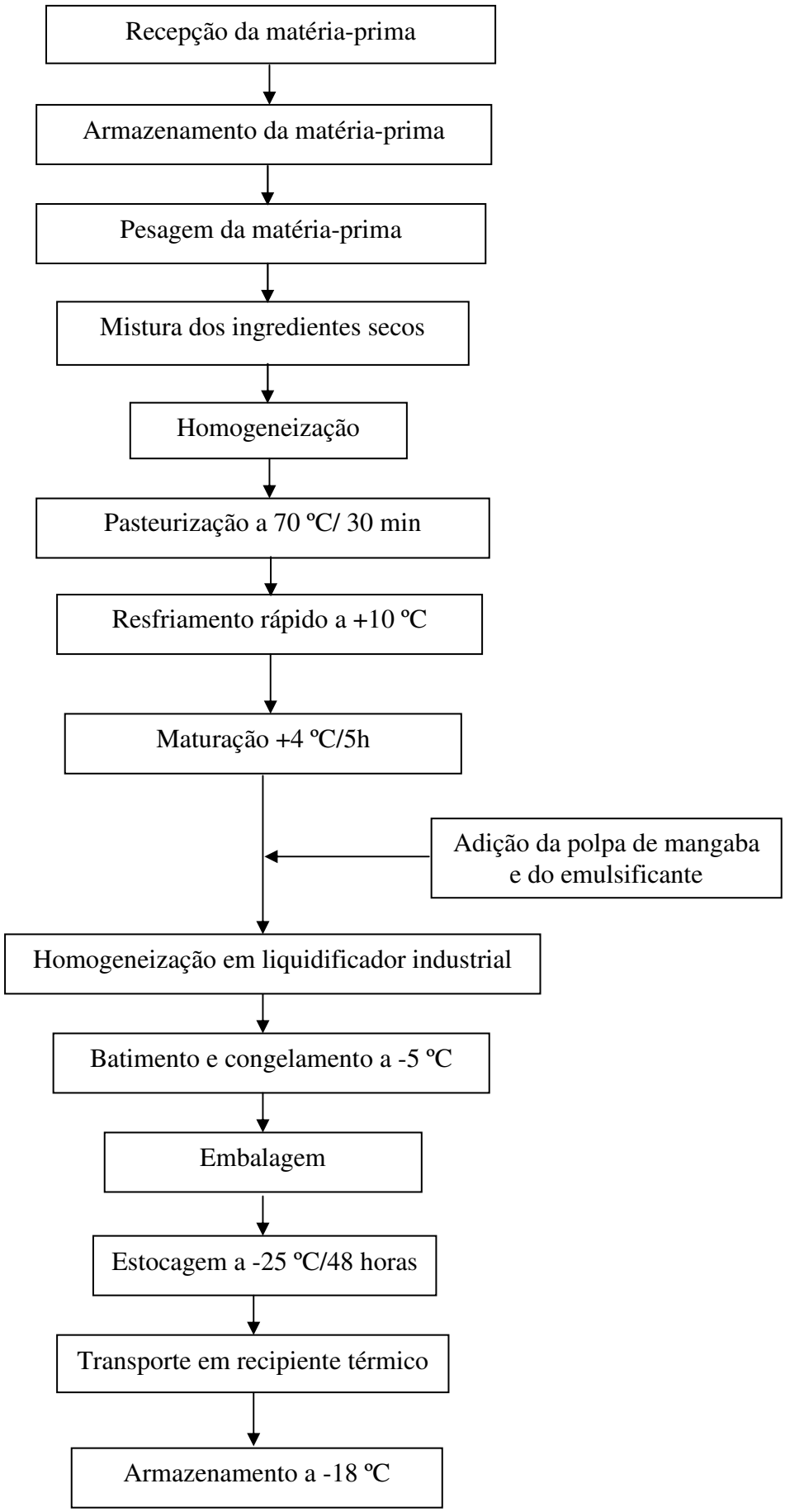

Figura 1. Fluxograma do processamento do sorvete com mangaba

Tabela 4. Formulações dos sorvetes com mangaba

Ingredientes	Formulação[1]				
	C	SL	LLS	DL	DLS
Açúcar refinado (kg)	1,680	0,840	-	1,680	-
Creme de leite - 35% gordura (g)	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0
Dairy-Lo (g)	-	-	-	235,2	235,2
Emulsificante- Stargel (g)	63,0	63,0	63,0	63,0	63,0
Gordura vegetal hidrogenada (g)	392,0	-	-	-	-
Lactitol (g)	-	-	588,0	-	588,0
Leite integral- 3,5% gordura (L)	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Estabilizante- Starmix-G3 (g)	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Litesse (g)	-	-	910,0	-	-
Polpa de Mangaba (kg)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Selecta Light (g)	-	630,0	-	-	-
Sucralose (g)	-	-	2,52	-	2,52
TOTAL (kg)	13,716	13,114	13,145	13,559	12, 470

[1] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

Tabela 5. Composição em carboidratos (g/100 g) das formulações de sorvete com mangaba

Constituinte	Formulação[1]				
	C	SL[2]	LLS[3]	DL	DLS
Lactitol	-	3,87	7,58	-	13,22
Sucralose	-	-	-	-	-
Sacarose	19,63	13,22	-	20,18	-
Litesse	-	1,56	11,73	-	-
Carboidratos totais	19,63	18,66	19,31	20,18	13,22

[1] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

[2] Proporção de carboidratos com base na composição do *Selecta Light* fornecida pelo fabricante de 19% de polidextrose, 47% de polióis, 3% de proteínas e 27% de outros carboidratos (DUAS RODAS, s. d.).

[3] Proporção de Lactitol e Litesse (polidextrose beneficiada) com base na quantidade do substituto utilizado na produção do sorvete.

4.3 ANÁLISE SENSORIAL

A aceitação do sorvete foi avaliada por meio de teste afetivo em laboratório. Foram utilizados 40 consumidores potenciais de sorvete não-treinados, entre alunos e servidores adultos da Universidade Federal de Goiás, de ambos os sexos. A aceitação global (sabor, odor e textura) foi avaliada de forma monádica, em cabines individuais com luz vermelha. Cerca de 30 g de cada amostra foi servida em copos descartáveis, codificados com três dígitos, posicionados dentro de suporte térmico apropriado para manutenção da temperatura na faixa de -12 ºC a -8 ºC. Utilizou-se escala hedônica estruturada de nove pontos (Apêndice A), com os extremos 9: "gostei muitíssimo" e 1: "desgostei muitíssimo" (STONE; SIDEL, 1985).

A aparência de cada produto foi julgada de forma casualizada, apresentando-se as amostras em suporte térmico e recipiente plástico branco, codificadas com números de três dígitos, iluminadas por luz natural. Os provadores também utilizaram a escala hedônica estruturada de nove pontos para avaliar a aparência dos sorvetes. A partir dos resultados dos testes de aceitação dos sorvetes selecionou-se as formulações para as análises físicas, químicas e microbiológicas.

4.4 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

As análises físicas e químicas da polpa de mangaba (composição centesimal, vitamina C, umidade, sólidos totais, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, relação ºBrix/ácidez titulável, fibra alimentar) e das formulações de sorvete (composição centesimal, umidade, sólidos totais, pH, viscosidade, *overrun*, tempo de derretimento, cor e valor energético total) foram realizadas em três replicatas no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos da Faculdade de Nutrição e no Laboratório de Físico-química da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da UFG. Estas análises foram realizadas em sorvetes que apresentaram média de aceitação global e aparência igual ou superior a 6 (gostei ligeiramente) na análise sensorial.

4.4.1 Proteína bruta

O teor de nitrogênio da amostra foi determinado pelo método Micro-Kjeldahl. Para converter o nitrogênio em proteína bruta utilizou-se o fator de conversão 6,38 para as formulações de sorvete e 6,25 para a polpa de mangaba (AOAC, 1990).

4.4.2 Lipídeos

A concentração de lipídeos foi determinada conforme o método de Bligh e Dyer (1959), utilizando extração a frio com uma mistura de clorofórmio, metanol e água e posterior quantificação dos lipídeos retidos na fase de clorofórmio por gravimetria.

4.4.3 Cinzas

As amostras foram previamente secas em estufa com circulação forçada de ar a 75 ºC até obtenção de resíduo seco. Em seguida, submetidas à queima parcial em chapa aquecedora a 320 ºC e incineradas em forno mufla a temperatura de 550 ºC, até obtenção de peso constante (AOAC, 1990).

4.4.4 Fibra alimentar total

A fibra alimentar total da polpa de mangaba foi determinada pelo método enzímico-gravimétrico de acordo com Prosky et al. (1988). A amostra foi previamente seca e submetida a digestão enzimática seqüencial com alfa-amilase termo-estável, protease e amiloglicosidase. Em seguida a amostra digerida foi tratada com álcool etílico para precipitação das fibras solúveis. O precipitado alcoólico foi filtrado e o resíduo lavado, com álcool etílico e acetona, seco e pesado.

4.4.5 Vitamina C

O teor de vitamina C da polpa de mangaba foi determinado com base na oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). A amostra foi tratada com solução de ácido sulfúrico a 20% e filtrada com auxílio de papel filtro. Em seguida, adicionada de solução de iodeto de potássio a 10% e solução de amido 1%. Procedeu-se a titulação com iodato de potássio 0,02 M até coloração azul.

4.4.6 Carboidratos totais

Foram determinados por diferença subtraindo-se de 100 o teor de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e fibra alimentar para a polpa de mangaba. Para os sorvetes foi considerada a diferença de 100 e os valores de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas.

4.4.7 Umidade e sólidos totais

O teor de umidade e sólidos totais foi estimado por meio de aquecimento direto em estufa com circulação forçada de ar a 75 ºC, até obtenção de peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4.4.8 Valor energético total

Para a estimativa do valor energético total das formulações controle e teste utilizou-se os fatores de conversão 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídeos (MERRILL; WATT, 1973), com exceção dos carboidratos das formulações teste. O fator 2,4 kcal/g foi usado para polióis do Lactitol e 1 kcal/g para polidextrose do Litesse, com base em suas proporções nas formulação de sorvete, de acordo com as normas de rotulagem da ANVISA (BRASIL, 2003).

4.4.9 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada por meio de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.4.10 pH

O pH foi determinado com auxílio de um medidor de pH, regulado conforme a temperatura da amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.4.11 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis totais (ºBrix) foi determinado na polpa de mangaba à temperatura de 20 ºC com auxílio de um refratômetro de Abbé tipo WYA (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.4.12 Relação ºBrix/Acidez titulável

A relação sólidos solúveis totais (ºBrix) e acidez titulável (%) foi calculada por meio da divisão desses dois componentes, com o propósito de avaliar o grau de maturação da polpa de mangaba (CHITARRA, 2000).

4.4.13 *Overrun*

O *overrun* expressa o aumento de volume da mistura depois de congelada. A incorporação de ar foi determinada de acordo com a equação descrita por Dervisoglu (2006) e apresentada a seguir:

$$Overrun = \frac{\text{volume do sorvete} - \text{volume do mix}}{\text{volume do mix}} \times 100$$

4.4.14 Viscosidade

A viscosidade aparente do sorvete foi analisada com auxílio de viscosímetro Brookfield modelo DV-II+ e unidade de refrigeração TE-183 Tecnal, a temperatura de 5 ± 0,2 ºC. A leitura foi realizada a velocidade de 12 rpm, com *spindle* número 3 e os resultados foram lidos em centipoise (cP) após 30 seg de rotação (DERVISOGLU; YAZICI, 2006).

4.4.15 Análise de derretimento

A análise de derretimento foi realizada com o auxílio de uma tela de arame de orifícios de 0,3 cm. Nesta tela foi posicionado 70±5 g de sorvete (-10,0 ± 2,0 ºC) e aguardado seu derretimento a temperatura ambiente (25,0 ± 1,0 ºC) por 60 min. O sorvete derretido foi recolhido em um béquer e pesado a cada 10 min. O derretimento foi acompanhado com auxílio de um cronômetro Stopwatch C510Y- Oregon (ABD EL-RAHMAN et al., 1997; DERVISOGLU; YAZICI, 2006).

O comportamento das formulações durante o derretimento foi avaliado também por meio do registro fotográfico em câmera digital Sony DSC-W35 (7,2 Megapixels). Uma bola de cada formulação de sorvete (41,0 ±1,0 g), a temperatura de -10,0 ± 2,0 ºC, foi colocada no centro de um recipiente plástico circular sobre uma mesa revestida com papel cartão azul. A câmera foi posicionada a 58,5 cm de altura do objeto. O derretimento foi acompanhado a temperatura de 25,0 ± 1,0 ºC por 60 min e o registro fotográfico realizado a cada 20 min.

4.4.16 Cor

Os parâmetros de cor foram analisados em colorímetro Hunterlab modelo Colorquest II. A leitura dos parâmetros de cor L^* (luminosidade), a^* (do verde ao vermelho) e b^* (do azul ao amarelo) das amostras de sorvete foram feitas após padronização do equipamento, sendo o aparelho previamente calibrado com o verde padrão (L^*= 57,64, a^*= -19,48, b^*= 10,34) (DERVISOGLU; YAZICI, 2006).

4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com os métodos descritos no *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (DOWNES; ITO, 2001). Os padrões microbiológicos comparados com os definidos pela Resolução RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001). Para a polpa de mangaba foi avaliada a contagem de coliformes e pesquisa de presença de salmonella. No sorvete foi avaliada a presença de salmonella, contagem de coliformes e estafilococos coagulase positiva. A análise microbiológica foi feita no Laboratório de Controle Higiênico Sanitário de Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido conforme o delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os resultados das análises físicas, químicas e sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey (α= 0,05) e o teste de derretimento a análise de regressão utilizando-se o programa *Statistica* versão Demo (STATSOFT, 2007). Os dados da análise sensorial também foram avaliados pela análise de histograma de freqüência (grau de aceitação versus percentagem de provadores).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 POLPA DE MANGABA

5.1.1 Avaliação física e química

Os valores obtidos para a composição centesimal da polpa de mangaba (Tabela 6) foram próximos aos dados relatados por Silva et al. (2008) para a mangaba *in natura* de 82,40 g/100 g de umidade, proteínas de 1,20 g/100 g, lipídeos de 2,37 g/100 g, carboidratos de 10,02 g/100g, fibra alimentar de 3,40 g/100 g e cinzas de 0,58 g/100 g. Entretanto, o teor de vitamina C (28,65 ± 0,76 g/100 g) foi inferior ao determinado por Epstein (2004) de 33,0 mg/100 g, para mangaba *in natura*. O congelamento pode ter influenciado a estabilidade desta vitamina, na polpa de mangaba analisada, visto que outros autores observaram perda da vitamina C em frutos congelados (BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002; SILVA; SANTOS JÚNIOR; FERREIRA, 2008).

Tabela 6. Composição centesimal (g/100g, base úmida) da polpa de mangaba

Componente	Polpa de mangaba[1]
Carboidratos totais	10,33 ± 0,05
Cinzas	0,45 ± 0,00
Lipídeos totais	2,31 ± 0,05
Proteína bruta	0,97 ± 0,02
Fibra alimentar total	3,29 ± 0,29
Umidade	82,65 ± 0,03

[1] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 3 replicatas/amostra.

Quanto às características físico-químicas da polpa de mangaba (Tabela 7), o pH foi próximo ao relatado por Carvalho et al. (2008), pH 3,60, e superior ao relatado por Fonseca et al. (2002), pH 3,16, em frutos *in natura*. O teor de sólidos solúveis foi próximo aos encontrados por Carvalho et al. (2008) de 13,8 ºBrix, e inferior ao relatado por Borges et al. (2000) de 16,7 ºBrix. O pH da mangaba mantém relação com seu estádio de maturação, sendo que frutos maduros apresentam uma redução do pH em função do aumento da concentração de ácido ascórbico, e frutos após 112 dias de maturação podem apresentar pH de 3,26 (NARAIN et al., 2006).

A relação ºBrix/Acidez titulável está associada à qualidade do fruto em termos de maturidade e sabor. A polpa de mangaba apresentou uma baixa relação (0,88), comum em frutas colhidas e processadas em estádios iniciais de maturação, destinadas à produção de sucos e polpas congeladas (CHITARRA, 2000).

As diferenças encontradas entre as análises físicas e químicas da polpa de mangaba do presente estudo e dados disponíveis na literatura podem ser explicados pelas modificações rápidas e contínuas da composição química dos alimentos de origem vegetal. Estas modificações podem ser influenciadas pelas características fisiológicas, genéticas, estádio de maturação, estrutura biológica do fruto e a composição do solo (MACEDO, 1995).

Tabela 7. Características físicas e químicas da polpa de mangaba (base úmida)

Características	Polpa de mangaba[1]
pH	3,71 ± 0,01
Acidez titulável (%)	16,40 ± 0,12
Sólidos solúveis totais (ºBrix)	14,44 ± 0,01
Sólidos totais (g/100g)	17,35 ± 0,03
Relação ºBrix/ Acidez titulável	0,88 ± 0,01

[1] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 3 replicatas/amostra.

5.2 SORVETES COM MANGABA

5.2.1 Aceitabilidade

Verificou-se que todos os sorvetes foram aceitos (Tabela 8), uma vez que as médias de aceitação global e aparência foram acima de 6 (gostei ligeiramente) na análise sensorial. A exceção de SL, todas as formulações testes não diferiram significativamente da controle (C) quanto a aceitação global. Entretanto, a controle apresentou a menor média no critério aceitação global, e SL a maior média. Os provadores não relataram na ficha de avaliação nenhuma observação quanto às características sensoriais das formulações e a percepção da presença de qualquer tipo de edulcorante.

Tabela 8. Aceitabilidade sensorial dos sorvetes com mangaba

Formulações[1,2]	Critério	
	Aceitação global	Aparência
C	6,75 ± 1,58[b]	7,58 ± 1,50[a]
SL	7,58 ± 1,39[a]	7,48 ± 1,66[a]
LLS	7,38 ± 1,41[a,b]	7,92 ± 1,31[a]
DL	7,08 ± 1,64[a,b]	7,55 ± 1,50[a]
DLS	7,25 ± 1,71[a,b]	7,38 ± 1,63[a]

[1] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 40 replicatas/amostra. Em uma mesma coluna, médias com letras em comum não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

[2] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

Os resultados hedônicos mostrados na Figura 2 confirmam que SL obteve escores iguais ou superiores a 7 (gostei moderadamente) da maioria dos provadores (80%). Quanto à aparência, não houve diferença significativa entre as formulações.

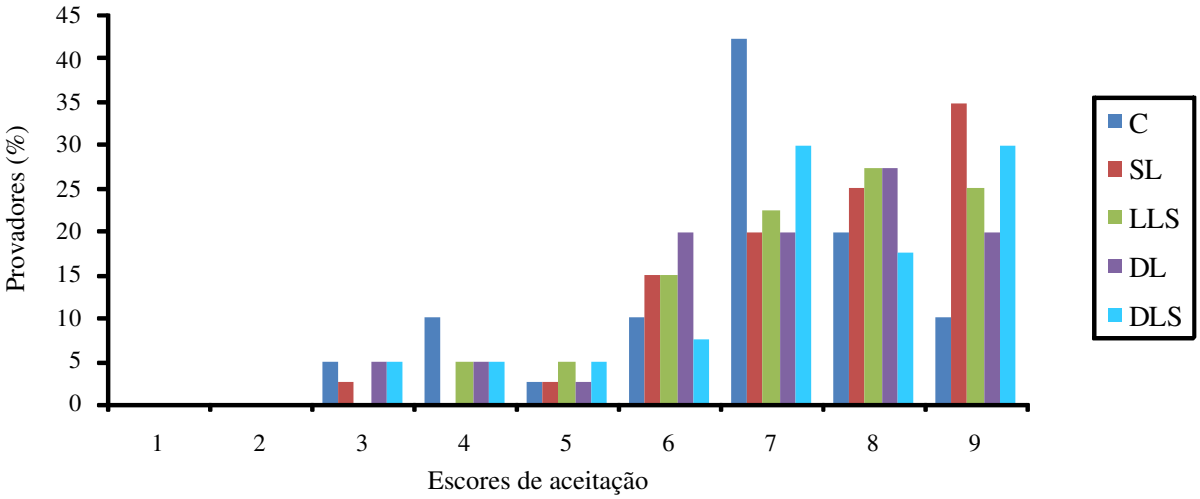

Figura 2. Histograma de freqüência das notas atribuídas pelos provadores as formulações de sorvete com mangaba no critério aceitação global (1: desgostei muitíssimo, 5: indiferente e 9: gostei muitíssimo)

C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

5.2.2 Análises físicas e químicas

O teor de umidade e de sólidos totais das formulações teste diferiu significativamente ($P< 0,05$). Sendo o maior teor de umidade observado em DLS em função da menor concentração de sólidos quando comparado com as outras formulações (Tabela 9). Em sorvetes convencionais formulados com leite, o teor de sólidos totais varia de 28% a 40% (CLARKE, 2005). A substituição da gordura e da sacarose promoveu uma redução significativa do teor de sólidos totais do sorvete com mangaba, visto que o teor desses ingredientes, e principalmente da sacarose, está relacionado ao teor de sólidos totais em sorvetes (SOLER; VEIGA, 2001). Na formulação DLS, a gordura não-láctea e a sacarose foram totalmente substituídas, o que permitiu elevação da umidade e a elaboração de um sorvete com maior proporção de água congelável e menor *overrrun* (SOLER; VEIGA, 2001).

Tabela 9. Características das análises físicas e químicas dos sorvetes com mangaba

Formulações[2]	Característica[1]			
	Umidade (g/100g)	Acidez titulável (%)	pH	Sólidos totais (g/100g)
C	71,64 ± 0,00^{e}	5,28 ± 0,04^{c}	4,61 ± 0,01^{c}	28,36 ± 0,00^{a}
SL	75,19 ± 0,02^{b}	5,26 ± 0,11^{c}	4,63 ± 0,01^{c}	24,81 ± 0,02^{d}
LLS	74,21 ± 0,06^{c}	6,40 ± 0,04^{a}	4,50 ± 0,01^{d}	25,79 ± 0,06^{c}
DL	72,52 ± 0,01^{d}	5,92 ± 0,03^{b}	4,76 ± 0,02^{b}	27,48 ± 0,01^{b}
DLS	79,04 ± 0,04^{a}	5,85 ± 0,01^{b}	4,94 ± 0,01^{a}	20,96 ± 0,04^{e}

[1] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 3 replicatas/amostra. Em uma mesma coluna, médias com letras em comum não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

[2] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

O pH das formulações de sorvete com mangaba variou de 4,50 a 4,94 (Tabela 9), sendo classificados como alimento pouco ácido de acordo com Azeredo et al. (2004b). O baixo pH obtido nas formulações, possivelmente, foi causado pela adição da polpa de mangaba. Sorvetes sem adição de frutas, tais como os de baunilha e chocolate, possuem pH em torno de 6,0 e 6,3 (ABD EL-RAHMAN et al., 1997; BAER; WOLKOW; KASPERSON, 1997). A exceção de LLS, as demais formulações testes apresentaram pH superior ao controle. Quanto à acidez titulável, o maior valor foi observado para LLS, que difere das demais pela substituição total da gordura vegetal hidrogenada por Litesse e da sacarose por

sucralose e Lactitol (Tabela 9). A combinação desses substitutos pode explicar o aumento da acidez titulável e redução do pH da formulação. Não houve diferença significativa quanto aos valores de pH e acidez titulável das formulações C e SL.

A concentração de proteína de SL foi semelhante ao controle, diferindo significativamente de DL e DLS (Tabela 10) em função da substituição da gordura não-láctea nessas formulações por um concentrado protéico de soro de leite (*Dairy-Lo*). A diferença observada em relação à concentração de proteína de SL e LLS pode ser explicada pelo menor teor protéico do substituto de gordura (*Selecta Light*) utilizado em SL.

Tabela 10. Valor energético total (VET) e composição centesimal dos sorvetes (em base úmida)

Formulações[2]	Análises[1]				
	VET (kcal/100g)	Proteína bruta (g/100g)	Lipídeos totais (g/100g)	Carboidratos (g/100g)[3]	Cinzas (g/100g)
C	145,21 ± 0,23^{a}	1,89 ± 0,02^{d}	6,68 ± 0,07^{a}	19,39 ± 0,15^{b}	0,48 ± 0,01^{c}
SL	104,37 ± 0,48^{c}	1,94 ± 0,04^{d}	3,65 ± 0,08^{d}	18,66 ± 0,02^{c}	0,54 ± 0,01^{b}
LLS	72,76 ± 0,61^{e}	2,22 ± 0,03^{c}	3,77 ± 0,07^{d}	19,31 ± 0,03^{b}	0,49 ± 0,01^{c}
DL	127,55 ± 0,23^{b}	2,77 ± 0,05^{b}	3,97 ± 0,05^{c}	20,18 ± 0,01^{a}	0,56 ± 0,01^{a,b}
DLS	81,50 ± 0,54^{d}	2,92 ± 0,04^{a}	4,23 ± 0,09^{b}	13,22 ± 0,12^{d}	0,58 ± 0,01^{a}

[1] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 3 replicatas/amostra. Em uma mesma coluna, médias com letras em comum, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

[2] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

[3] Calculado a partir da diferença para 100 da soma de cinzas, lipídeos, proteína bruta e umidade.

As formulações C e LLS não diferiram significativamente com relação ao teor de cinzas, demonstrando que a substituição total da sacarose por Litesse (polidextrose beneficiada) não interfere na quantidade de minerais presentes, uma vez que a principal contribuição do conteúdo de minerais em sorvete é proveniente do cálcio e fósforo do leite (VICENTE; CASTILLO, 1995).

Os menores valores de lipídeos foram obtidos em SL e LLS. Isso pode ser explicado pela combinação similar de substitutos de gordura e sacarose nesses produtos. O teor de lipídeos foi maior para DLS em relação às demais formulações teste, devido ao menor teor de sólidos totais (substituição total da sacarose e da gordura vegetal hidrogenada) (Tabela 10). A redução do teor de lipídeos nas formulações teste em relação à formulação controle variou de 37% a 45% (Tabela 11).

Tabela 11. Características e classificação das formulações teste em relação à formulação controle (C) quanto à redução do valor energético total (VET), de lipídeos e de sacarose

Características[2]	Formulações[1]			
	SL	LLS	DL	DLS
Redução do VET (%)	28,0	50,0	12,0	44,0
Redução do VET (kcal)	41,0	72,0	18,0	64,0
Redução Lipídeos (%)	45,0	44,0	41,0	37,0
Sacarose (%)	67,0	-	104,0	-
Classificação da formulação[3]	Light	Diet	Baixo teor de gordura	Diet

[1] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

[2] Em comparação a formulação controle (C) que contém 145,21 kcal, 6,68% de lipídeos, 19,63% de sacarose e 1,89% de proteínas.

[3] Classificação de acordo com a ANVISA para diet e light em relação ao conteúdo comparativo e baixo teor de gordura em relação ao conteúdo total da formulação (BRASIL, 1998a; 1998b).

Para classificação das formulações quanto à informação nutricional complementar utilizou-se as Portarias nº 27 e 29 da ANVISA, sendo considerada light as formulações que apresentaram redução de no mínimo 25% do valor energético total e diferença maior que 40 kcal/100g e diet aquelas isentas de sacarose de adição (BRASIL, 1998a; 1998b).

A utilização de substitutos de gordura e de sacarose promoveu a diminuição do valor energético total (VET) das formulações teste em relação ao controle (Tabela 10). LLS e DLS tiveram a maior redução do VET, sendo respectivamente 50% e 44%. No entanto, DL obteve apenas 12% de redução do VET por causa da substituição da gordura não-láctea por concentrado protéico de soro do leite, que fornece 4 kcal/g (Tabela 10 e 11).

A substituição total da gordura não-láctea promoveu alterações significativas na incorporação de ar (*overrun*) dos sorvetes (Tabela 12). Todas as formulações apresentaram incorporação de ar inferior a 50%, sendo a maior redução observada em DL. Freeland-Graves e Peckham (1996) relataram que a baixa incorporação de ar é comum em preparações artesanais de sorvetes. As proteínas do soro de leite possuem a habilidade de estabilizar emulsões e espumas, além de favorecer a incorporação de ar (FOEGEDING et al., 2002). Contudo, a concentração de *Dairy-Lo* utilizada não foi suficiente para manter o *overrun* em DL.

Tabela 12. Propriedades físicas dos sorvetes com mangaba

Formulações[1]	Propriedade Física[2]	
	Overrun (%)	Viscosidade (cP)
C	$48,28 \pm 1,12^{a}$	$237,47 \pm 6,83^{b}$
SL	$33,14 \pm 0,68^{b}$	$292,77 \pm 14,69^{a}$
LLS	$24,66 \pm 0,60^{c}$	$172,80 \pm 7,12^{c}$
DL	$22,45 \pm 0,29^{d}$	$285,37 \pm 6,34^{a}$
DLS	$24,48 \pm 0,52^{c}$	$176,53 \pm 1,55^{c}$

[1] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

[2] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 3 replicatas/amostra. Em uma mesma coluna, médias com letras em comum, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A substituição da sacarose e da gordura não-láctea afetou de forma significativa a viscosidade do sorvete. Nas formulações SL e DL, a substituição da gordura vegetal hidrogenada por *Selecta Light* e *Dairy-Lo*, respectivamente, promoveu uma elevação da viscosidade. Ao contrário, em LLS e DLS houve diminuição da viscosidade possivelmente, em função da substituição total da sacarose. A adição de substitutos de gordura derivados de proteínas também elevou a viscosidade em sorvetes elaborados por Yilsay, Yilmaz e Bayizit (2006), que utilizaram Simplesse como substituto de gordura em sorvetes de baunilha. Contudo, na formulação DLS também preparada com *Dairy-Lo*, a viscosidade foi menor em decorrência da substituição total da sacarose por Lactitol e sucralose, reduzindo assim o conteúdo de sólidos totais responsáveis pela viscosidade em sorvetes (Tabela 12).

Na formulação SL a substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light* promoveu a elevação significativa da viscosidade do sorvete, provavelmente por causa da composição desse substituto, que possui além de concentrado protéico do soro de leite, maltodextrina e amido modificado, substitutos de gordura derivados de carboidratos que, segundo Schmidt et al. (1993), estão associados a um aumento da viscosidade em sorvetes com estas características (Tabela 12).

Na análise de derretimento, a exceção de DLS, as formulações teste tiveram tempo de início de gotejamento (10 min) semelhante ao controle. Contudo, todas as formulações apresentaram tendência linear positiva de derretimento (Figura 3). A substituição total da sacarose e da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*, Lactitol e sucralose interferiu de forma negativa na taxa de derretimento do sorvete DLS, aumentando a velocidade de derretimento nesta formulação (Tabela 13).

No final da análise (60 min), DLS derreteu 82% em relação ao peso inicial do sorvete (70 ± 0,5 g), as demais formulações derreteram de 50% a 78% e o controle 42%. Nabeshima et al. (2001) avaliaram as características físicas de sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e sacarose, Simplesse e Litesse, respectivamente, e concluíram que a substituição aumentou a velocidade de derretimento do sorvete.

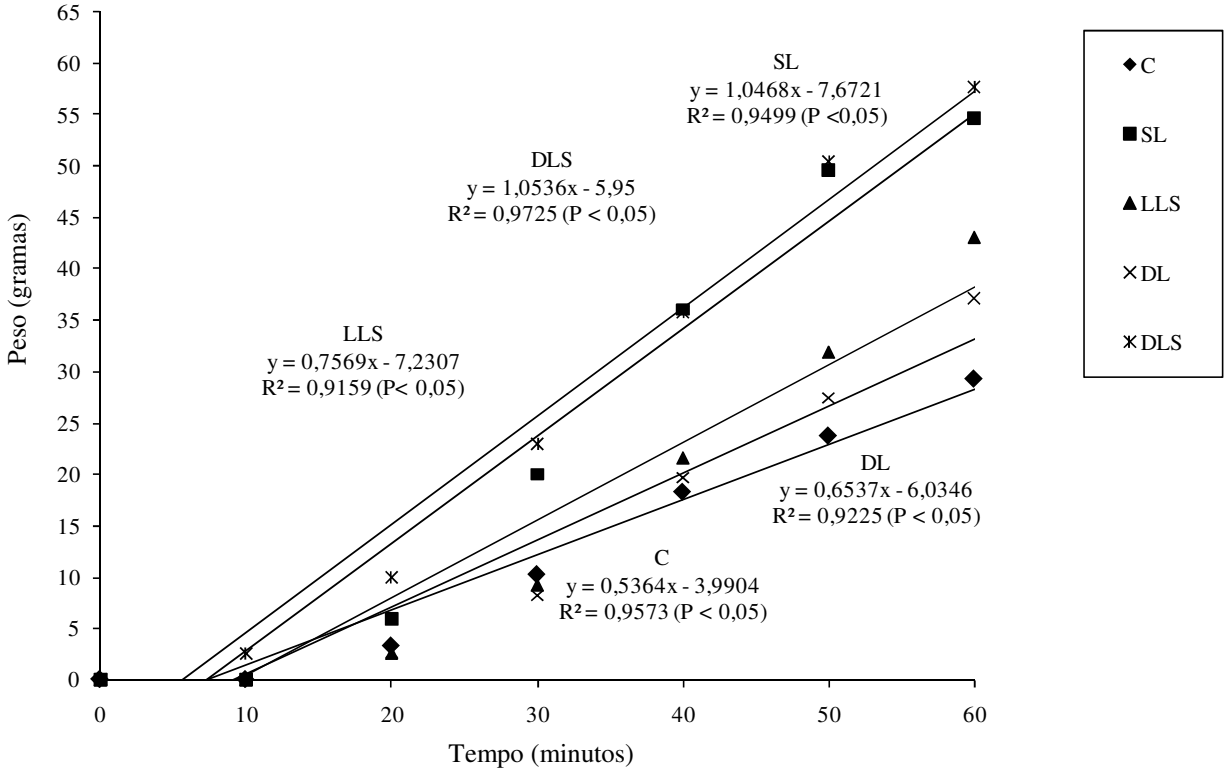

Figura 3. Variação da massa de sorvetes com mangaba controle e teste, derretidos a temperatura ambiente (25,0 ± 1,0 ºC)

C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

Tabela 13. Tempo de derretimento (min) e quantidade derretida (g) do sorvete com mangaba a temperatura ambiente (25,0 ± 1,0 ºC)

Formulações[1]	Primeira gota (min)	Tempo (min)[2]						
		0	10	20	30	40	50	60
C	11,23 ± 0,30[a]	-	-	3,27 ± 0,26[b]	10,22±1,33[b]	18,24±3,19[b]	23,72±3,01[b]	29,66±2,22[c]
SL	11,12 ± 0,34[a]	-	-	5,93 ± 0,74[b]	19,99±2,67[a]	36,01±3,05[a]	49,55±3,80[a]	54,64±2,21[a]
LLS	11,77 ± 0,21[a]	-	-	2,59 ± 0,25[b]	9,22±0,89[b]	21,59±3,35[b]	31,88±3,40[b]	43,06±6,69[b]
DL	10,64 ± 0,53[a]	-	-	2,69 ± 0,64[b]	8,20±2,07[b]	19,66±5,01[b]	27,38±1,90[b]	37,10±1,29[b,c]
DLS	7,08 ± 0,79[b]	-	2,60 ± 1,27[c]	9,95 ± 2,79[a]	22,95±5,4[a]	35,84±6,18[a]	50,47±7,45[a]	57,79±2,79[a]

[1] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

[2] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 3 replicatas/amostra. Em uma mesma coluna, médias com letras em comum, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Na elaboração do sorvete com mangaba a etapa de homogeneização foi realizada de forma artesanal (sem emprego de homogeneizador de escala industrial), resultando em menor desestabilização dos glóbulos de gordura e em conseqüência menor *overrun* e maior velocidade de derretimento. Nas formulações que a gordura não-láctea foi substituída totalmente, tanto a incorporação de ar quanto a taxa de derretimento diferiram em relação ao controle. Embora DL tenha apresentado menor *overrun*, seu comportamento durante a análise de derretimento foi semelhante à formulação controle (Figura 3). As condições de homogeneização podem influenciar a desestabilização de glóbulos de gordura e as características de derretimento de sorvete. A velocidade de derretimento do sorvete é influenciada pela composição, presença de aditivos (estabilizante e emulsificante) e tamanho do glóbulo de gordura (KOXHOLT; EISENMANN; HINRICHS, 2001).

O comportamento das formulações controle e teste de sorvetes com mangaba, submetidas ao derretimento a temperatura ambiente (25,0 ± 2,0 ºC) por 60 min estão apresentadas na Figura 4. A presença de partículas coaguladas no sorvete com mangaba pode ser causada pela desestabilização das proteínas do sorvete por ácidos, provavelmente, provenientes da polpa de mangaba (SOLER; VEIGA, 2001).

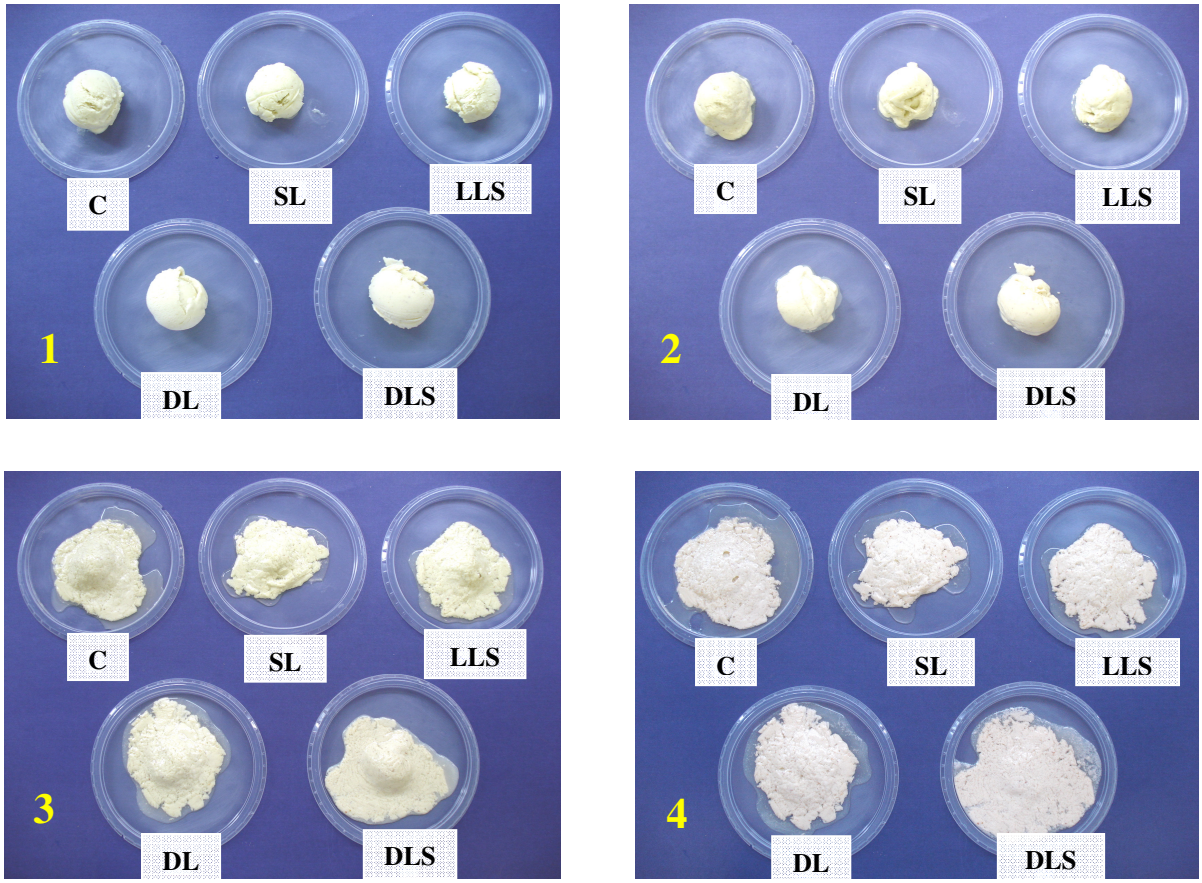

Figura 4. Derretimento de sorvetes com mangaba a temperatura ambiente (25,0 ± 1,0). (1) fotografia tempo 0 min, (2) fotografia 20 min, (3) fotografia 40 min e (4) fotografia 60 min

C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

Quanto à cor, em comparação ao verde padrão utilizado (L^*= 57,64, a^*= -19,48, b^*= 10,34), todas as formulações apresentaram menores valores de luminosidade (L^*) e b^*. Sendo os valores de a^* superiores ao padrão. Os valores de L^* das formulações teste foram próximos aos valores do controle, a exceção de LLS e DLS, que apresentaram valores menores. Isto demonstra que a utilização dos substitutos *Selecta Light* e Litesse alterou a cor das formulações reduzindo o valor a^* (Tabela 14). Os valores de b^* não permitiram estabelecer uma relação entre sua variação e a utilização de substitutos, este mesmo fato foi observado por Dervisoglu (2006).

Tabela 14. Parâmetros de cor das formulações de sorvete com mangaba

Formulações[1]	Valores de Hunter[2,3]		
	L^*	a^*	b^*
C	7,46 ± 0,22[b]	20,13 ± 0,06[a]	0,23 ± 0,04[a]
SL	7,83 ± 0,24[a,b]	19,77 ± 0,04[b]	-0,38 ± 0,20[a]
LLS	5,93 ± 0,44[c]	18,12 ± 0,09[c]	0,10 ± 0,28[a]
DL	7,01 ± 0,37[b]	19,98 ± 0,10[a,b]	-0,30 ± 0,40[a]
DLS	8,81 ± 0,28[a]	20,18 ± 0,03[a]	-0,52 ± 0,18[a]

[1] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

[2] Dados apresentados como média ± desvio padrão de 3 replicatas/amostra. Em uma mesma coluna, médias com letras em comum, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

[3] Escala de cor da Comissão Internacional de Iluminação (CIE) $L^*a^*b^*$, onde L^* (luminosidade) varia de preto (0) a branco (100); a^* vermelho (positivo) a verde (negativo); e b^* amarelo (positivo) e azul (negativo) (HUNTERLAB, 1996).

5.2.3 Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas da polpa de mangaba e das formulações de sorvete com mangaba estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Análises microbiológicas da polpa de mangaba e dos sorvetes com mangaba

Amostra[1]	Análises[2]		
	Contagem de coliformes a 45 ºC/ g	Presença de *Salmonella sp*/ 25 g	Contagem de estafilococos coagulase positiva
Polpa de mangaba	< 100 UFC/ g	Ausente em 25 g	-
C	< 50 UFC/ g	Ausente em 25 g	< 100 UFC/ g
SL	< 50 UFC/ g	Ausente em 25 g	< 100 UFC/ g
LLS	< 50 UFC/ g	Ausente em 25 g	< 100 UFC/ g
DL	< 50 UFC/ g	Ausente em 25 g	< 100 UFC/ g
DLS	< 50 UFC/ g	Ausente em 25 g	< 100 UFC/ g

[1] C: formulação controle; SL: substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea por *Selecta Light*; LLS: substituição total da gordura não-láctea por Litesse e do total da sacarose por Lactitol e sucralose; DL: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo*; DLS: substituição total da gordura não-láctea por *Dairy-Lo* e da sacarose por Lactitol e sucralose.

[2] De acordo com a Resolução RDC nº 12 (BRASIL, 2001). UFC: unidades formadoras de colônia.

A polpa de mangaba está de acordo com a Resolução RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001). Todas as amostras de sorvetes estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2001), que estipula para gelados comestíveis elaborados com leite o valor máximo permitido de contagem de coliformes a 45 ºC/ g de 5,0 x 10 UFC/ g ou mL, ausência de *Salmonella sp* em 25 g e contagem de estafilococos coagulase positiva de 5,0 x 10^2 UFC/ g.

A baixa contagem de microrganismos na polpa de mangaba demonstra que as técnicas de colheita, higienização, processamento e conservação foram adequadas. Em sorvetes, o processo de pasteurização permite reduzir a contagem total de microrganismos, sendo obrigatório no Brasil para todos os gelados comestíveis elaborados com leite e derivados lácteos (BRASIL, 1999).

Os sorvetes, em geral, são alimentos ideais para o crescimento microbiano em função de características como pH próximo a neutralidade (6,0 - 7,0), elevado valor nutritivo e longos períodos de armazenamento. A presença de *Salmonella sp* em sorvetes foi observada por Hoffmann et al. (2000) em 75% das amostras avaliadas em uma mesma empresa. Dados da ANVISA do ano de 2001 mostram que de 863 amostras de gelados comestíveis analisados no Brasil, cerca de 23% das amostras estavam em desacordo com os padrões microbiológicos da legislação vigente (MIKILITA; CÂNDIDO, 2004).

6 CONCLUSÕES

- Os sorvetes diet e light elaborados com mangaba foram aceitos por consumidores potenciais do produto.
- A substituição total da gordura vegetal hidrogenada implica em redução da incorporação de ar (*overrrun*) e aumento da velocidade de derretimento das formulações de sorvete com mangaba.
- As melhores características de qualidade (químicas, físicas e sensorial) foram observadas nas formulações elaboradas com *Selecta Light* e com a combinação de Litesse, Lactitol e sucralose.
- A utilização de substitutos da gordura vegetal hidrogenada, sacarose ou ambas possibilita a redução do valor energético das formulações de sorvete com mangaba em até 50%.
- A composição química dos sorvetes é afetada pelo tipo e concentração dos substitutos utilizados para a gordura não-láctea e a sacarose.
- A polpa de mangaba e as formulações de sorvete estão de acordo com os padrões microbiológicos da legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ABD EL-RAHMAN, A. M.; MADKOR, S. A.; IBRAHIM, F. S.; KILARA, A. Physical characteristics of frozen desserts made with cream, anhydrous milk fat, or milk fat fractions. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 80, n. 9, p. 1926-1935, 1997.

AKOH, C. C. Fat replacers. **Food Technology,** Chicago, v. 52, n. 3, p. 47-53, 1998.

ALMEIDA, S. P. **Cerrado:** aproveitamento alimentar. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1998. 188p.

ALMEIDA, S. P. Frutas nativas do cerrado brasileiro: aproveitamento alimentar. In: Congresso Nacional de Botânica, 51, 2000, Brasília. **Resumos**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. 335 p.

ALVAREZ, V. B.; WOLTERS, C. L.; VODOVOTZ, Y.; JI, T. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 88, n. 3, p. 862-871, 2005.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. (ADA). Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. **Journal of the American Dietetic Association,** Chicago, v. 104, n. 2, p. 255-275, 2004.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. (ADA). Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of the American Dietetic Association,** Chicago, v. 105, n. 2, p. 266-275, 2005.

ARMONDES, M. P. O. **Aspectos microbiológicos e higiênico-sanitários de sorvetes em suas etapas de elaboração, produzidos artesanalmente na cidade de Goiânia.** 1998. 83 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical)- Instituto de Patologia e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. ABIA. **Compêndio de Legislação de Alimentos:** decreto nº 55.871 de 26 de março de 1965. São Paulo: ABIA, 1989, p. 31-33.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. ABIA. **Produção e consumo de sorvete no Brasil.** Disponível em: < http://www.sicongel.org.br/estat.htm>. Acesso em: 08 dez. 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (AOAC). **Official methods of analysis.** 15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 1298p.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; BRUNO, L. M.; PINTO, G. A. S. Métodos de conservação de alimentos. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004a, cap. 5, p. 97-133.

AZEREDO, H. M. C.; PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; AZEREDO, R. M. C. Alterações microbiológicas durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos.** Fortaleza: EMBRAPA, 2004b, cap. 1, p. 19-36.

BAER, R. J.; WOLKOW, M. D.; KASPERSON, K. M. Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 80, n. 12, p. 3123-3132, 1997.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Toronto, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2003. 240 p.

BRASIL. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 25, de 04 de abril de 1988. Os produtos a base de edulcorantes, com ou sem adição de sacarose passa a denominar-se "Adoçantes Dietéticos". **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 04 de abr. 1988.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o regulamento técnico: aditivos alimentares- definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 28 de out. 1997.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998a. Alimentos para fins especiais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 15 de jan. 1998.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998b. Aprova o Regulamento Técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta portaria. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 16 de jan. 1998.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999a. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis preparados, pós para preparo e bases para gelados comestíveis, constante do anexo desta portaria. **Diário Oficial do Município**, Poder Executivo, 29 de abr. 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 386, de 05 de agosto de 1999b. Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 07 de ago. 1999.

BRASIL. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 10 de jan. 2001.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 234, de 19 de agosto de 2002. Aprova a tabela de aditivos para complementação do "regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções". **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 21 de ago. 2002.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 26 de dez. 2003.

BRASIL. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Relatório final da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional.** Olinda: CONSEA, 2004. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/consea/static/documentos/Outros/IIConferencia.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2006.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 23 de set. 2005.

BROWN, J. L. **Functional ingredients.** Fat replacers: olestra. Pennsylvania State University, 1999. Disponível em: <http://www.psu.com>. Acesso em: 08 abr. 2007.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga 'tommy-atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 651-653, 2002.

BUTLES, S. Low fat technology. **Prepared Foods,** Highlands Ranch, v. 16, n. 6, p. 37-54, 1997.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Substitutos de gordura. In:_____. **Alimentos para fins especiais:** dietéticos. São Paulo: Varela, 1996, cap. 4, p. 259-330.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Desenvolvimento de salgadinhos com teores reduzidos de gordura saturada e de ácidos graxos trans. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 25, n. 2, p. 363-369, 2005.

CARVALHO, M. O.; FONSECA, A. A. O.; SNATOS JR, A. B.; HANSEN, D. S.; RIBEIRO, T. A.D. **Caracterização física, organolépticas, química e físico-química dos frutos de mangabeiras (*Hancornia speciosa Gomes*) da Região do Conde- BA.** Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/tecnologia_de_alimentos/890.htm>. Acesso em: 22 mai. 2008.

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

CHARLEY, H.; WEAVER, C. Fats and oils. In:_____. **Foods:** a scientific approach. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998a, cap. 15, p. 243-268.

CHARLEY, H.; WEAVER, C. Sugars, alternative sweeteners, and confections. In:_____. **Foods:** a scientific approach. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998b, cap. 8, p. 118-135.

CHITARRA, M. I. F. **Tecnologia e qualidade de pós-colheita de frutos e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 68p.

CLARKE, C. The science of ice cream. **Chemistry and Industry,** London, v. 24, n. 19, p. 22-23, 2005.

COULTATE, T. P. **Alimentos**: a química de seus componentes. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.

DANISCO SWEETENERS. **Techinical specification of Litesse®.** RedHill, mar. 2002. Disponível em: <http://www.daniscosweeteners.com>. Acesso em: 12 nov. 2006.

DANISCO SWEETENERS. **Techinical specification of Lactitol®.** RedHill, ago. 2003. Disponível em: <http://www.daniscosweeteners.com>. Acesso em: 12 nov. 2006.

DERVISOGLU, M. Influence of hazelnut flour and skin addition on the physical, chemical and sensory properties of vanilla ice cream. **International Journal of Food Science and Technology,** Oxford, v. 41, n. 6, p. 657–661, 2006.

DERVISOGLU, M.; YAZICI, F. The effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. **Food Science Technology International,** London, v. 12, n. 2, p. 159-164, 2006.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676 p.

DUAS RODAS. **Amigo sorveteiro:** guia completo do sorvete. Santa Catarina: Duas Rodas. 32p. s.d.

EPSTEIN, L. Mangaba: coisa boa de comer. **Bahia Agrícola,** Salvador, v. 6, n. 2, p. 19-22, 2004.

FILGUEIRAS, T. S.; PERERIRA, B. A. S. Flora do Distrito Federal. In: PINTO, M. N. (Org.) C**errado**. Brasília: Edunb, 1993, cap. 11, p. 345-404.

FILGUEIRAS, T. S.; SILVA, E. Estudo preliminar do baru (*Leg. Faboideae*). **Revista Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 22, p. 33-39, 1975.

FOEGEDING, E. A.; DAVIS, J. P.; DOUCET, D.; MCGUFFEY, M. K. Advances in modifying and understanding whey protein functionality. **Trends in Food Science and Technology,** Cambridge, v. 2, n. 13, p. 151-159, 2002.

FONSECA, A. A. O.; FOLEGATTI, M. I. S.; HANSEN, D. S.; AMORIN, T. S. ; PASSOS, M. S. Qualidades física, química e físico-química de frutos nativos de mangabeiras (Hancornia speciosa) da região de Camaçari-BA In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre- RS. 2002. p. 78-84.

FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. Fruteiras nativas do cerrado: estagio atual e perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1993, Cruz das Almas. **Anais...,** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1993. p. 63-74.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (FAO). WORLD HEALTH ORGANIZATION. (WHO). Codex Alimentarius Comission. **Codex guidelines on nutrition labeling.** CAC/GL2- 1985. Rome, 1985. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=en>. Acesso em: 18 fev. 2008.

FREELAND-GRAVES, J. H.; PECKHAM, G. C. **Foundations of food preparation.** 6. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 750p.

GARCIA, R. S.; MARSHALL, R. T.; HEYMANN, H. Lowfat ice creams from freeze-concentrated versus heat-concentrated nonfat milk solids. **International Dairy Journal,** Barking, v. 78, n. 11, p. 2345-2351, 1995.

GIESE, J. Alternative sweetener and bulking agents. **Food Technology,** Chicago, v. 47, n. 1, p. 114, 1993.

GILLIES, D. G.; GREENLEY, K. R.; SUTCLIFFE, L. H. Esr/spin probe study of ice cream. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Easton**,** v. 54, n. 14, p. 4943-4947, 2006.

GOFF, H. D. 65 years of ice cream science, **International Dairy Journal** (2008). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.006>. Acesso em: 14 fev. 2008.

GOFF, H. D.; VERESPEJ, E.; SMITH, A. K. A study of fat and air structures in ice cream. **International Dairy Journal,** Barking**,** v. 9, n. 11, p. 817-829, 1999.

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREY, P.; LANGENDORFF, V.; CANSELL, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal,** Barking, v. 15, n. 3, p. 255-262, 2005.

GREENLY, L. W. A doctor's guide to sweeteners. **Journal of Chiropractic Medicine,** New York, v. 2, n. 2, p. 80-86, 2003.

GUINARD, J. X.; ZOUMAS-MORSE, C.; MORI,L.; PANYAM, D.; KILARA, A. Effect of sugar and fat on the acceptability of vanilla ice cream. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 79, n. 11, p. 1922-1927, 1996.

HOFFMANN, F. L.; PENNA, A. L. B ; COELHO, A. R. ; MANSOR, A. P. ; VINTURIM, T. M. . Qualidade higiênico- sanitária de sorvetes comercializados na cidade de São José do Rio Preto - SP - Brasil. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 76, p. 62-68, 2000.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale. **Applications note,** v. 8, n. 7, July 1-15, 1996. Disponível em: < www.hunterlab.com/appnotes/an07_96a.pdf >. Acesso em: 02 jun. 2008.

INNOCENTE, N.; COMPARIN, D.; CORRADINI, C. Proteose-peptone whey fraction as emulsifier in ice-cream preparation. **International Dairy Journal,** Barking, v. 12, n. 1, p. 69-74, 2002.

INSTITUTE OF FOOD INTAKE COUNCIL. (IFIC). **Backgrounder:** dietary fat and fat replacers. Disponível em: <http://ific.org/nutrition/fats/upload/dietaryfatsbackgrounder.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2007.

INSTITUTE OF MEDICINE. (IOM). FOOD AND NUTRITION BOARD. (FNB). **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids.** Washington: The National Academies Press, 2005, 1331p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005, 1018 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3.ed. São Paulo: IMESP, 1985. 533p.

KEENEY, P. G.; KROGER, M. Frozen dairy products. In: WEBB, B. H.; ALFORD, J. A. **Fundamentals of dairy chemistry.** 2. ed. Westport: Avi Books, 1987, cap. 14, p. 873-913.

KOXHOLT, M. M. R.; EISENMANN, B.; HINRICHS, J. Effect of the fat globule sizes on the meltdown of ice cream. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 84, n. 1, p. 31-37, 2001.

LUCCA, P. A.; TEPPER, B. J. Fat replacer and the functionality of fat in foods. **Trends in Food Science and Technology,** Cambridge, v. 5, n. 1, p. 12-19, 1994.

MACEDO, B. A et al. Características químicas e físico-químicas de quatro variedades de goiaba adaptadas as condições do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 39- 44, 1995.

MACHADO, L. L.; RAMOS, M. L. G.; CALDAS, L. S.; VIVALDI, L. J. Seleção de matrizes e clones de mangabeira para o cultivo in vitro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 39, n. 5, p. 431-435, 2004.

MARTIN, C. A.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Ácidos graxos trans: implicações nutricionais e fontes na dieta. **Revista de Nutrição,** Campinas, v. 17, n. 3, p. 361-368, 2004.

MERRILL, A. L.; WATT, B. K. **Energy value of foods:** basis and derivation. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105p. (Agriculture Handbook, 74).

MESICH, J. Decisions, decisions, decisions. **Candy Industry,** New York, v. 171, n. 2, p. 32-33, 2006.

MIKILITA, I. S.; CÂNDIDO, L. M. Fabricação de sorvete: perigos significativos e pontos críticos de controle. **Brasil Alimentos,** São Paulo, v. 26, n. 4, p. 34-37, 2004.

MILLER, G. A. Sucralose. In: NABORS, L. O.; GELARDI, R. C. **Alternative sweeteners.** New York: Marcel Dekker, 1991, cap. 10, p. 173-195.

MITCHELL, H. L. The role of bulking agent polydextrose in fat replacement. In: ROLLER, S.; JONES, S. A. **Handbook of fat replacers.** Boca Raton: CRC Pres, 1996, cap. 11, p. 235-249.

MONTEIRO, C. S.; CARPES, S. T.; KALLUF, V. H.; DYMINSKI, D. S.; CÂNDIDO, L. M. B. Evolução dos substitutos de gordura utilizados na tecnologia de alimentos. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos,** Curitiba, v. 24, n. 2, p. 347-362, 2006.

NABESHIMA, E. H.; OLIVEIRA, E. S.; HASHIMOTO, J. M.; JACKIX, M. N. H. Propriedades físicas do sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e sacarose. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos,** Curitiba, v. 19, n. 2, p. 169-182, 2001.

NABORS, L. O. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. **Food Technology,** Chicago, v. 56, n. 7, p. 34, 2002.

NACHTIGALL, A. M.; ZAMBIAZI, R. C. Geléias de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos,** Curitiba, v. 24, n. 1, p. 47-58, 2006.

NARAIN, N.; FERREIRA, D. S.; ARAGÃO, G. C.; ARAGÃO, W. M. Tecnologia do processamento do fruto. In: SILVA JÚNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. **A cultura da mangaba.** Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006, cap. 17, p. 221-232.

OLIVEIRA, A. L.; SILVA, M. G. F.; SOBRAL, P. J. A.; OLIVEIRA, C. A. F.; HABITANTE, A. M. Q. B. Propriedades físicas de misturas para *sherbet* de mangaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 40, n. 6, p. 581-586, 2005.

ORDÓÑEZ, J. A. Carboidratos. In: _____. **Tecnologia de alimentos:** componentes dos alimentos e processos. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005, cap. 5, p. 63-80.

PINHEIRO, M. V. S.; OLIVEIRA, M. N.; PENNA, A. L. B.; TAMIME, A. Y. The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts. **International Journal of Dairy Technology,** Oxford, v. 58, n. 4, p. 193-199, 2005.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição,** Araraquara, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

PRINDIVILLE, E. A.; MARSHALL, R. T; HEYMANN, H. Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein fat replacers on the sensory properties of low-fat and nonfat chocolate ice cream. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 83, n. 10, p. 2216-2223, 2000.

PROSKY, L.; ASP, N.; SCHWEIZER, T. F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and foods products: interlaboratory study. **Journal of Association Official Analytical Chemistry**, Arlington, v. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S. Manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma cerrado: o uso de plantas nativas. IN: Simpósio sobre o cerrado, 8., 1996, Brasília. **Anais**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 10-14.

RIBEIRO, J. F.; SANO, S.; BRITO, M. A.; FONSECA, C. E. L. **Baru (*Dipteryx alata Vog.*)** Jaboticabal: Funep, 2000. 41 p.

ROLAND, A. M.; PHILLIPS, L. G.; BOOR, K. J. Effects of fat replacers on the sensory properties, color, melting, and hardness of ice cream. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 82, n. 10, p. 2094-2100, 1999.

ROSA, M. E. C.; NAVES, R. V.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Produção e crescimento de mudas de mangabeira (Hancornia speciosa Gomez) em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** Goiânia, v. 35, n. 2, p. 65-70, 2005.

ROSADO, E. L.; MONTEIRO, J. B. R. Obesidade e a substituição de macronutrientes da dieta. **Revista de Nutrição,** Campinas, v. 14, n. 2, p. 145-152, 2001.

SAMPAIO, T. S.; NOGUEIRA, P. C. L. Volatile components of mangaba fruit (Hancornia speciosa Gomes) at three stages of maturity. **Food Chemistry,** London, v. 95, n. 4, p. 606-610, 2006.

SCHMIDT, K.; LUNDY, A.; REYNOLDS, J.; YEE, L.E. Carbohydrate or protein-based fat mimicker effects on ice milk properties. **Journal of Food Science,** Chicago, v. 58, n. 6, p. 761-763, 1993.

SCHULTZ, M. **Dairy products profile**. Disponível em: <http://www.agmrc.org/agmrc/commodity/livestock/dairy/dairyproductsprofile.htm>. Acesso em: 26 jul. 2008.

SETSER, C. S.; RACETTE, W. Macromolecule replacers in food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** Boca Raton, v. 32, n. 3, p. 275-297, 1992.

SILVA, A. S.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas nativas dos cerrados.** Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1994. 166p.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 38, n. 6, p.1790-1793, 2008.

SILVA, M. R.; SANTOS JÚNIOR, R. T. O.; FERREIRA, C. C. C. Estabilidade da vitamina C em cagaita in natura e durante a estocagem da polpa e refresco. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** Goiânia, v. 38, n. 1, p. 53-58, 2008.

SOLER, M. P.; VEIGA, P G. **Sorvetes.** Campinas: ITAL/CIAL, 2001. 68 p. (Especial, 1).

SOUSA, C. S.; SILVA, S. A.; COSTA, M. A. P. C.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A.; COSTA, C. A. L. C.; ALMEIDA, W. A. B.; PEIXOTO, C. P. Mangaba: perspectivas e potencialidades. **Bahia Agrícola,** Bahia, v. 7, n. 1, p. 29-31, 2005.

STATSOFT, Statistica Stat Soft Inc., 1984-2007 (versão Demo). Tulsa, EUA.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Affective testing. In:_____. **Sensory evaluation pratrices.** Florida: Academia Press, 1985. cap 7, p. 227-252.

SWANSON, R. B.; PERRY, J. M.; CARDEN, L. A. Acceptability of reduced-fat brownies by school-aged children. **Journal of the American Dietetic Association,** Chicago, v. 102, n. 4, p. 856-859, 2002.

TRICHES, R. M.; GIUGLIANI, E. R. J. Obesidade, práticas alimentares e conhecimentos de nutrição em escolares. **Revista de Saúde Pública,** São Paulo, v. 39, n. 4, p. 541-547, 2005.

UNIVERSITY OF PITTSBURG MEDICAL CENTER. (UPMC). **Fat substitutes:** information for patients. Disponível em: <http://www.upmc.com>. Acesso em: 08 abril. 2007.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Introducción. In:_____**. Leche y productos lácteos:** tecnología, química y microbiologia (Série Alimentos Básicos 1). Zaragoza: Acribia, 1994, cap. 1, p. 1-44.

VELTHUIJSEN, J. A. V.; BLANKERS, I. H. Lactitol: a new reduced-calorie sweetener. In: NABORS, L. O.; GELARDI, R. C. **Alternative sweeteners.** New York: Marcel Dekker, 1991, cap. 15, p. 283-298.

VICENTE, A. M.; CENZANO, I.; VICENTE, J. M. **Manual de indústrias dos alimentos.** São Paulo: Varela, 1996. 599p.

VICENTE, A. M.; CASTILLO, I. C. Composicion, valor nutritivo y valor calórico de los helados. In:_____. **Tecnología de la elaboración de los helados**. Madrid: Mundi-Prensa Libros, 1995, cap. 2, p. 31-56.

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

WORLD HEALTH ORGANIZATION. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.** Geneva: World Health Organization, 2003. 149p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global strategy on diet, physical activity and health.** Geneva: WHO, 2004. 19p.

YILSAY, T. O.; YILMAZ, L.; BAYIZIT, A. A. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. **European Food and research Technology,** Berlin, v. 222 , n. 1-2, p. 171-175, 2006.

ZAMBRANO, F.; CAMARGO, C. R. O. Substitutos de gordura derivados de amido utilizados em panificação. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 33, n. 2, p. 235-244, 1999.

ZAMBRANO, F.; ORMENESE, R. C. S. C.; PIZZINATTO, A.; ANJOS, V. D. A.; AGAGNOLO, N. Cookies com substituição parcial de gordura: composição centesimal, valor calórico, características físicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology,** Campinas, v. 6, n. 2, p. 256-263, 2002.

APÊNDICE

APÊNDICE A- Fichas de avaliação sensorial das formulações de sorvete

Nome:_____ Data:_____

1. Observe as amostras codificadas de sorvete e avalie o quanto você gostou ou desgostou da aparência da mesma utilizando a escala abaixo:

9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei levemente
5. Indiferente
4. Desgostei levemente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo

Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____

2. Comentários:_____
_____

Nome:_____ Data:_____

1. Prove as amostras codificadas de sorvete e avalie o quanto você gostou ou desgostou da mesma utilizando a escala abaixo:

9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei levemente
5. Indiferente
4. Desgostei levemente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo

Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____
Nº da amostra: _____ Valor:_____

2. Comentários:_____
_____