UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica
Área de Tecnologia de Alimentos

Comportamento Estrutural De Formulações De Gelado Comestível
Com Variações Da Base Gordurosa

FERNANDO SU

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientadora:
Profª Drª Suzana Caetano da Silva Lannes

SÃO PAULO
2012

VERSÃO CORRIGIDA

A versão original encontra-se disponível na Faculdade de Ciências Farmacêuticas
da Universidade de São Paulo

Ficha Catalográfica

Elaborada pela Divisão de Biblioteca e
Documentação do Conjunto das Químicas da USP.

Su, Fernando
S939c Comportamento estrutural de formulações de gelado comestível
com variações da base gordurosa / Fernando Su -- São Paulo,
2012.
114p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas
da Universidade de São Paulo. Departamento de Tecnologia
Bioquímico-Farmacêutica.

Orientador: Lannes, Suzana Caetano da Silva

1. Gorduras : Tecnologia de alimentos 2. Reologia : Física
dos alimentos 3. Sorvete I. T. II. Lannes, Suzana Caetano da Silva,
orientador.

664.3 CDD

Fernando Su

Comportamento estrutural de formulações de gelado comestível com
variações da base gordurosa

Comissão Julgadora da
Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Prof^a. Dr^a. Suzana Caetano da Silva Lannes
Orientador/presidente

Prof^a. Dr^a. Isabela Rosier Olimpio Pereira
1º. examinador

Prof^a. Dr^a. Denise Freitas Siqueira Petri
2º. examinador

São Paulo, _____ de 2012.

Dedico este trabalho aos grandes cientistas que me inspiram, motivam e incitam minha curiosidade em entender a nós mesmos e o mundo em que vivemos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha família por tudo que sacrificaram por mim, por acreditarem em meu potencial, por estarem sempre presentes quando era preciso e por permitir que tudo o que realizei e conquistei até hoje fosse possível.

À minha orientadora Professora Doutora Suzana Caetano da Silva Lannes, pela oportunidade da elaboração deste projeto e pelo tempo dedicado como orientadora e na realização deste trabalho.

Aos técnicos e funcionários do Bloco 16, por sempre estarem dispostos a me ajudar quando necessário.

Aos meus colegas por todo tempo que passamos juntos, por todos os momentos de descontração, pelo apoio e ajuda nos obstáculos encontrados e por todas as aventuras que vivenciamos.

"When we reach the end of the pier of everything we know, we find that it only takes us part of the way. Beyond that all we see is uncharted waters. [...] What you really learn from a life in science, is the vastness of our ignorance."

David Eagleman

RESUMO

SU, Fernando. **Comportamento estrutural de formulações de gelado comestível com variações da base gordurosa**. São Paulo, 2012. 114p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.

A gordura é responsável por diversas características do sorvete e a formação de sua estrutura depende dos processos de produção. A substituição da base gordurosa deve ser feita com conhecimento das transformações que esta sofre durante o processamento. A adição de ingredientes funcionais pode agregar benefícios ao alimento. O fruto tropical longan é muito conhecido por países asiáticos, sendo sua polpa doce e succulenta possuindo muitos minerais, vitaminas e substâncias benéficas à saúde. Este projeto sugere o desenvolvimento de formulações de sorvete alterando a base gordurosa e adicionando o fruto do longan como ingrediente funcional. A reologia oscilatória foi escolhida como principal instrumento para estudar as mudanças que ocorrem na estrutura das misturas dos sorvetes devido à variação do tipo de gordura utilizado, e avaliar a gordura low trans, de palma e gordura de cupuaçu como substitutos da gordura hidrogenada. A formulação com gordura de palma apresentou as maiores diferenças entre as gorduras utilizadas ao processo de maturação e a estrutura mais fraca segundo as análises reológicas. Também obteve uma textura mais firme e menor *overrun* que a gordura hidrogenada e de cupuaçu, provavelmente pelo seu perfil de cristalização e por sofrer menor desestabilização dos glóbulos de gordura por parte do emulsificante. A formulação com gordura de cupuaçu apresentou uma resposta semelhante ao processo de maturação da formulação com gordura hidrogenada, assim como a textura e o *overrun* sugerindo que elas tenham formado as melhores redes de gordura. Também obteve a maior resistência ao derretimento, oposto à formulação com gordura de palma. Sensorialmente as formulações com gordura de cupuaçu e hidrogenada não apresentaram diferenças significativas. O fruto longan apresentou uma alta concentração de açúcares, permitindo o desenvolvimento de uma formulação com redução de 25% na adição de sacarose e boa aceitação pela análise sensorial.

ABSTRACT

SU, Fernando. **Structural behavior of ice creams formulations varying the fat base**. São Paulo, 2012. 114p. Master's dissertation – Pharmaceutical Sciences College. University of São Paulo.

Fat is responsible for several characteristics of ice cream and the formation and its structure depends on the production process. Replacing the fat base should be made with knowledge of the transformations that it undergoes during processing. The addition of functional ingredients may add benefits to the food. The tropical fruit longan is well known in Asian countries, with their sweet and juicy pulp containing many minerals, vitamins and substances beneficial to health. This project suggests the development of ice cream formulations varying the fat base and the addition of longan fruit as a functional ingredient. The oscillatory rheology was chosen as the main tool to study the changes occurring in the structure of ice cream mixtures due to variation of the type of fat used, and evaluate low trans fat, palm fat and cupuassu fat as substitutes for the hydrogenated fat. The formulation with palm fat showed the greatest differences among the fats used in the process of ageing and weaker structure according to the rheology analysis. It also showed a firmer texture and a lower overrun than the hydrogenated and cupuassu fat, probably for its crystallization profile and for suffering less destabilization of fat globules by the emulsifier. The formulation with cupuassu fat showed a similar response to the ageing process with the formulation of hydrogenated fat, as well as the texture and overrun suggesting that they had formed the best fat network. It also had the highest melting resistance, opposite to the formulation with palm fat. Sensorially, formulations with cupuassu fat and hydrogenated fat showed no significant differences. The longan fruit showed a high concentration of sugars, allowing the development of a formulation with a 25% reduction in the addition of sucrose, and good acceptance by sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
Figura 1:	Micrografia eletrônica de varredura de sorvete demonstrando as fases sólida, líquida e gasosa na estrutura do sorvete.....	22
Figura 2:	Coalescência de glóbulos de gordura.....	23
Figura 3:	Estabilização das bolhas de ar pelos glóbulos de gordura parcialmente coalescidos.....	25
Figura 4:	Fruto da <i>Elaeis guineensis</i>	28
Figura 5:	Fruto da <i>Theobroma grandiflorum</i>	30
Figura 6:	Fruto do <i>Dimocarpus Longan</i>	33
Figura 7:	Taxa de cisalhamento.....	39
Figura 8:	Comportamento reológico de fluidos newtonianos e não-newtonianos	41
Figura 9:	Diagrama esquemático de uma célula para teste de compressão-extrusão simples.....	44
Figura 10:	Espaço de cores da CIE-L*a*b*	47
Figura 11:	Hue e Chroma no espaço de cor CIE-L*C*h ⁰	47
Figura 12:	Fluxograma de preparo das formulações.....	57
Figura 13:	Homogeneização e pasteurização das formulações.	58

Figura 14: Sistema de resfriamento das formulações.....	59
Figura 15: Massa de sorvete sendo produzida.....	60
Figura 16: Reômetro MARS, Haake.....	61
Figura 17: Texturômetro TA-XT2 montado para análise de compressão-extrusão.	62
Figura 18: Teste de comportamento de fusão.	63
Figura 19: Valores médios e desvio padrão obtidos na análise de textura da fruta de longan in natura, liofilizada e reidratada.	70
Figura 20: Longan seco comercial obtido por secagem em estufa	71
Figura 21: Longan liofilizado comercial	71
Figura 22: Ensaio de varredura de tensão para as quatro formulações antes da maturação.	74
Figura 23: Microscopia das formulações sob diferentes tensões.....	75
Figura 24: Ensaio de varredura de tensão para as quatro formulações após a maturação.	77
Figura 25: Ensaio de varredura de tensão antes e depois da maturação para a formulação com gordura hidrogenada.....	78
Figura 26: Ensaio de varredura de tensão antes e depois da maturação para a formulação com gordura de palma.	79
Figura 27: Ensaio de varredura de frequência para as quatro formulações antes da maturação.....	80

Figura 28: Aglomeração de glóbulos de gordura.	81
Figura 29: Ensaio de varredura de frequência para as quatro formulações após a maturação.	83
Figura 30: Valores de <i>overrun</i> obtidos para as formulações com diferentes tipos de gorduras.	85
Figura 31: Curva típica obtida nas análises de textura (Formulação com gordura <i>low trans</i>).	86
Figura 32: Resultados das análises de textura de sorvetes com diferentes tipos de gordura.	87
Figura 33: Relação entre força máxima e <i>overrun</i> das formulações com diferentes tipos de gordura.	88
Figura 34: Curvas de comportamento de fusão das formulações com diferentes tipos de gordura.	89
Figura 35: Conteúdo de gordura sólida das gorduras utilizadas	91
Figura 36: Teste de comparação pareada para o atributo textura das formulações preparadas com gordura vegetal hidrogenada e de cupuaçu.	92
Figura 37: Teste de comparação pareada para o atributo sabor das formulações preparadas com gordura vegetal hidrogenada e de cupuaçu.	92
Figura 38: Intenção de compra para amostras de sorvetes preparados com gordura vegetal hidrogenada e de cupuaçu.	93
Figura 39: Teste de aceitação do sorvete de longan pela escala hedônica.	94
Figura 40: Intenção de compra para o sorvete de longan.	95

LISTA DE QUADROS

Quadro	Título	Página
Quadro 1:	Composição de ácidos graxos da gordura de palma	29
Quadro 2:	Composição de triacilgliceróis da gordura de palma.....	29
Quadro 3:	Composição de ácidos graxos da gordura de cupuaçu.	31
Quadro 4:	Composição de triacilgliceróis da gordura de cupuaçu.	31
Quadro 5:	Composição centesimal da polpa do fruto de longan cultivado na Ásia...	68
Quadro 6:	Composição centesimal da polpa do fruto de longan cultivado na Ásia...	68

LISTA DE TABELAS

Tabela	Título	Página
Tabela 1:	Ingredientes utilizados nas formulações dos sorvetes.....	51
Tabela 2:	Formulação de sorvete com adição de longan e redução na adição de sacarose.....	51
Tabela 3:	Composição centesimal em porcentagem da polpa da fruta de Longan cultivada no Brasil.....	67
Tabela 4:	Porcentagem de açúcares redutores do fruto longan liofilizado.....	69
Tabela 5:	Média e desvios padrão dos valores obtidos na análise de cor da fruta do Longan liofilizado.	71
Tabela 6:	Porcentagem de lipídeos retidos no comportamento de fusão	90

LISTA DE SIGNIFICADO DE SIGLAS E ABREVIATURAS.

Sigla/Abreviatura	Significado
a*	Coordenada da oposição de cores vermelho-verde
ABIS	Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete
a.C.	Antes de Cristo
AOAC	<i>Association of Analytical Communities</i>
b*	Coordenada da oposição de cores amarelo-azul
C*	Chroma
CEAGESP	Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo
CIE	<i>Comission Internationale d'Eclairage</i>
CPATU	Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental
d.C.	Depois de Cristo
G'	Módulo elástico ou de armazenamento
G''	Módulo viscoso ou de perda
h°	Ângulo de hue
HDL	Lipoproteína de alta densidade
L*	Luminosidade
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
O/A	Emulsão do tipo óleo em água
RVL	Região de Viscoelasticidade Linear
SFC	Conteúdo de gorduras sólidas (<i>Solid Fat Content</i>)
tan δ	Módulo ou fator de perda
Unesp	Universidade Estadual de São Paulo
η*	Viscosidade complexa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. O SORVETE	20
2.2. O PAPEL DA GORDURA NO SORVETE	23
2.3. GORDURAS PARA SORVETES.....	26
2.3.1. Gordura vegetal parcialmente hidrogenada.....	26
2.3.2. Gordura low trans	27
2.3.3. Gordura de Palma	28
2.3.4. Gordura de Cupuaçu	30
2.4. FRUTO LONGAN	33
2.4.1. Alimentos Funcionais.....	37
2.5. TESTES EXPERIMENTAIS.....	38
2.5.1. Reologia	38
2.5.2. Overrun.....	42
2.5.3. Textura	43
2.5.4. Cor.....	46
3. JUSTIFICATIVA.....	48
4. OBJETIVOS.....	49
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
5.1. MATERIAIS.....	50
5.1.1. Fruto Longan	50
5.1.2. Sorvete	50
5.1.3. Sorvete com adição do fruto.....	51
5.2. MÉTODOS.....	52
5.2.1. Caracterização do fruto longan.....	52
5.2.2. Preparo das formulações de sorvetes	57
5.2.3. Caracterização das formulações de sorvete.....	60
5.2.4. Análise sensorial.....	64
5.2.5. Análise estatística dos dados	66
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
6.1. CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO LONGAN	67
6.1.1. Composição centesimal.....	67
6.1.2. Açúcares Redutores	69

6.1.3. <i>Análise de Textura</i>	70
6.1.4. <i>Análise de Cor</i>	71
6.2. CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DE SORVETE	73
6.2.1. <i>Reologia</i>	73
6.2.2. <i>Cálculo de Overrun</i>	84
6.2.3. <i>Análise de Textura</i>	86
6.2.4. <i>Comportamento de fusão e análise de lipídeos</i>	88
6.3. ANÁLISE SENSORIAL	92
6.3.1. <i>Teste de comparação pareada</i>	92
6.3.2. <i>Teste afetivo de aceitação para sorvete de longan</i>	94
7. CONCLUSÃO	96
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
 ANEXO I. Ficha para análise sensorial dos sorvetes com diferentes bases gordurosas	 106
ANEXO II. Ficha para análise sensorial do sorvete de longan.....	107
ANEXO III. Termo de consentimento livre e esclarecido	108
ANEXO IV. Ficha técnica da PRODULCE 37.....	110
ANEXO V. Ficha técnica da PROMULT 44 LT.....	111
ANEXO VI. Laudo de qualidade da AGROPALMA 370SE	112
ANEXO VII. Parecer do comitê de ética em pesquisa.....	113

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico da indústria alimentícia nas últimas décadas, os hábitos alimentares da população mudaram, onde refeições prontas, produtos de *fast food*, industrializados e alimentos de fácil acesso adquiriram maior relevância no mercado alimentício. Para atender a essa demanda do mercado, a indústria teve de encontrar meios para atender ao gosto do consumidor; fato que propiciou o uso de gorduras vegetais parcialmente hidrogenadas, que contém ácidos graxos *trans*, na produção de alimentos. Sendo esse ácido graxo conhecidamente prejudicial à saúde, um fator de risco para doenças cardíacas e vasculares, países de todo o mundo estão se mobilizando na tentativa de eliminar seu consumo excessivo da dieta (CHIARA et al, 2003; CORRÊA, 2008).

O sorvete é uma emulsão aerada parcialmente congelada de estrutura complexa. Sua fase contínua contém sólidos dissolvidos como açúcares, proteínas e estabilizantes, e a fase dispersa possui o conteúdo gorduroso emulsificado. A indústria de sorvetes utilizou a gordura hidrogenada na fabricação de seus produtos pelos efeitos que propicia à textura e pelo seu baixo custo. Atualmente, ela tem recorrido a gorduras alternativas com baixas concentrações de isômeros *trans* que não possuem as mesmas características benéficas de textura e custo oferecidas pela gordura vegetal hidrogenada.

As pesquisas em relação aos ingredientes dos produtos de sobremesas congeladas podem ser de natureza pragmática, examinando os efeitos de certos ingredientes em propriedades químicas ou físicas do sorvete, ou pode estar focada em determinar a funcionalidade específica de cada ingrediente, especialmente no que contribuem para a microestrutura do produto. Na primeira categoria, muitos novos ingredientes estão disponíveis para uso hoje em dia. Durante as últimas duas décadas, todas estas pesquisas geraram um conhecimento muito maior do papel da gordura e o seu controle no sorvete. A importância da gordura na estrutura e nos aspectos coloidais do sorvete é amplamente reconhecida atualmente e seu comportamento e mecanismo na formação da estrutura dos sorvetes têm sido muito estudados. Particularmente na fase da maturação da mistura de sorvetes, processo que ocorre anteriormente ao congelamento da massa, muitas mudanças e

interações com outros ingredientes presentes ocorrem na fase gordurosa. Poucos estudos utilizando gorduras alternativas à hidrogenada tem pesquisado o efeito deste processo apesar de sua importância para a estrutura final do sorvete.

Seguindo uma tendência que se fortalece no mercado mundial na procura de novos alimentos funcionais, uma alternativa expressiva na redução de riscos às doenças, a introdução destes alimentos na dieta, trará uma melhora na vida da população, uma vez que o crescente aparecimento de doenças crônicas e cardíacas pode ser relacionado com uma má alimentação. Gorduras saturadas e ácidos graxos *trans* são considerados os principais responsáveis por estas doenças. Uma fonte para alimentos funcionais pode ser encontrada em diferentes culturas que apresentem baixos índices das patologias causadas pelas gorduras.

Com base nestes conhecimentos, foi proposto estudar gorduras alternativas à gordura vegetal hidrogenada e avaliar as modificações que ocorrem na fase gordurosa durante as etapas de processamento do sorvete, e sugerir a incorporação de um alimento funcional que possa adicionar valor nutricional ao produto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O Sorvete

A origem do sorvete é cercada de lendas e mitos, mas sabe-se que sua história tem uma forte ligação com o desenvolvimento das técnicas de refrigeração. Hoje, é possível apreciar seu sabor em qualquer parte do mundo a qualquer hora. Apesar de os povos antigos não possuírem um avançado sistema de refrigeração, eles possuíam seus métodos para aproveitar um alimento gelado em um dia quente. Há diversos dados de que nossos antepassados já estocavam gelo obtido durante as épocas mais frias, ou de que buscavam gelo em outras partes do mundo para que ele pudesse ser utilizado no resfriamento de alimentos e de bebidas. Há evidências de que na dinastia Zhou da China no século 11 a.C. havia uma pessoa da corte encarregada de uma equipe que deveria colher o gelo do inverno e estocá-lo para que pudesse ser servido com as bebidas durante o verão. Era muito utilizado para resfriar as bebidas também na Grécia por volta dos 500 anos a.C., pelos persas no segundo século d.C., e por diversos outros povos (CLARKE, 2004).

Talvez o passo mais importante para o uso do gelo e resfriamento na produção de alimentos foi a descoberta de que a água podia ser resfriada além do ponto de congelamento quando um sal, como o sal comum, era dissolvido nela. Este fato foi descoberto há muitos anos, onde o fenômeno é citado em poemas indianos e em livros árabes. Não se sabe ao certo quando e quem inventou o sorvete como conhecemos, mas sabemos que depois que esta técnica de resfriamento foi descoberta, foram criadas diversas sobremesas congeladas que foram se desenvolvendo para o popular sorvete. Apesar de ter sido criado há muito tempo, o seu consumo era raro devido à dificuldade de manter a temperatura apropriada. Apenas com um avanço na tecnologia de resfriamento, é que a sua produção foi facilitada, porém foi no meio do século 20, que houve uma explosão no consumo do produto, devido ao aperfeiçoamento de refrigeradores elétricos domésticos. Com isso, o sorvete pôde se popularizar por todo o mundo.

Hoje, existem diversas variações do alimento. Cada país e cada cultura adaptaram seu gosto na formulação e na técnica de preparo do sorvete. Alguns

países asiáticos utilizam favas típicas da região para produzir uma variação do sorvete, e possuem sabores típicos como chá-verde e feijão vermelho. Na Itália há o *Gelato* que possui um teor de gordura menor. Na França há receitas que usam manteiga no lugar do creme de leite. Independente de sua formulação, o sorvete é uma sobremesa muito apreciada por todos pela sua textura e sabor único.

Com tantas possíveis formulações, os gelados comercializados adotam diferentes nomes de acordo com sua composição, da qual é regulamentada para cada país. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, gelado comestível é "um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo" (BRASIL, 2005). Para ser considerado sorvete, o produto deve ter na parte sólida de 8 a 20% de gordura, 8 a 15% de sólidos não gordurosos do leite e 13 a 20% de açúcar (MULLAN, 2007; OLIVEIRA et al, 2008). Outras formulações podem receber outros nomes como com a presença de ácido láctico ou de iogurte recebe o nome de *Frozen Yogurt*, e formulações à base de frutas e de uma calda de açúcar aerada sem conter a adição de gordura ou leite é denominada *Sorbet* (CLARKE, 2004). No Brasil, o consumo de sorvetes ainda é baixo quando comparado ao de países como a Suíça, onde se faz muito frio em boa parte do ano e o consumo chega a mais de 14 litros por pessoa por ano (SORVETES e..., 2010). Porém, o mercado de sorvetes brasileiros vem crescendo cada vez mais. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete, o consumo total entre 2003 e 2010 cresceu 63,07% passando de 685 milhões de litros para mais de 1 bilhão de litros por ano. No mesmo período, o consumo *per capita* em litros por ano cresceu 51,05%, passando de 3,82 para 5,77 litros por pessoa (ABIS, 2011).

O preparo e formulação do sorvete são fatores muito importantes na formação de sua estrutura complexa. Ela é a responsável pela manifestação sensorial que temos quando consumimos o sorvete. As etapas de produção como a homogeneização, pasteurização, maturação e congelamento, são essenciais para a formação desta estrutura (GOFF, 1997; GRANGER et al, 2004). O que a torna tão complexa e delicada é o fato do sorvete ser uma estrutura coloidal formada por uma

suspensão aerada de gordura e cristais de gelo numa solução concentrada de açúcar que contém hidrocolóides, gordura e proteínas (OLIVEIRA et al, 2008; CAILLET et al, 2003; GOFF et al, 2000). A composição do sorvete interfere nas suas características físicas porque está relacionada com o processo, que influenciará diretamente o estado de agregação dos glóbulos de gordura, a quantidade de ar incorporada, o tamanho das bolhas de ar, a viscosidade da fase aquosa e o tamanho e estado de agregação dos cristais de gelo (SILVA JUNIOR, 2008). Ele possui, portanto, em sua estrutura as três fases da matéria; líquida, sólida e gasosa (Figura 1). A solução de açúcar sendo sua fase líquida, cristais de gordura e gelo como parte sólida e bolhas de ar presas na matriz como fase gasosa.

Figura 1: Micrografia eletrônica de varredura de sorvete demonstrando as fases sólida, líquida e gasosa na estrutura do sorvete. (CLARKE, 2003)

Alimentos normalmente passam por mudanças durante o consumo como resultado da mistura com a saliva e do rompimento da matriz do alimento pela mastigação. Para o sorvete, devido à presença da mistura das três fases, o efeito da mudança de estado da matéria também ocorre quando cristais de gelo e gordura derretem com o aumento da temperatura (FROST et al, 2004).

2.2. O papel da gordura no sorvete

A gordura possui um papel essencial na textura e sabor do sorvete, que são os principais aspectos a serem considerados para o seu sucesso no mercado. Ela está presente na mistura como uma fina emulsão que coalesce parcialmente durante o congelamento (CAILLET et al, 2003). No sorvete, a coalescência ocorre quando duas partículas de gordura dispersas na matriz se unem formando uma única partícula. No caso da coalescência parcial, as gotículas não chegam a se unir totalmente, formando o que aparenta serem duas gotículas fundidas uma a outra (Figura 2). Características sensoriais do sorvete como a cremosidade, derretimento, liberação de sabor, sensação de revestimento bucal (*mouth coating*), sensação do frio, percepção dos cristais de gelo e perfil de derretimento, são fortemente influenciados pela quantidade e natureza da gordura presente no alimento. Além disso, ela estabiliza a espuma e é necessária para solubilizar as moléculas lipofílicas que proporcionam sabor (CLARKE, 2004; GUINARD et al, 2006; KOEFERLI et al, 1999). Em particular, a gordura parece contribuir muito nas propriedades do sorvete durante a homogeneização e no congelamento (GRANGER et al, 2004).

Figura 2: Coalescência de glóbulos de gordura - (a) Glóbulos de gordura líquido completamente coalescidos; (b) Coalescência parcial; (c) Glóbulos de gordura sólidos não coalescidos.

Durante a homogeneização, a formação da estrutura da gordura inicia. Após a pasteurização, a mistura está a uma temperatura suficiente para derreter toda a gordura presente e então são formados glóbulos de gordura de 0,5 a 2,0 μm devido à agitação. Imediatamente após a homogeneização, os glóbulos de gordura recém formados estão praticamente desprovidos de qualquer membrana devido ao aumento brusco na área de superfície. Rapidamente, eles adsorvem moléculas anfifílicas presentes na mistura como a caseína, micelas de caseína, fosfolípidios, moléculas lipoprotéicas e qualquer emulsificante químico adicionado à mistura. A

natureza da composição proteica da membrana dos glóbulos de gordura afeta o comportamento da emulsão, fazendo com que ela aja de modo diferente na subsequente coalescência parcial (CLARKE, 2004; GOFF, 1997).

Apesar da adsorção das proteínas ocorrer rapidamente, o rearranjo delas na interface pode levar de minutos a horas (GOFF, 1997). A maturação do sorvete é importante neste processo, para que a membrana seja formada corretamente. Durante esta fase, algumas proteínas do leite na superfície dos glóbulos de gordura são substituídas pelos emulsificantes. Isto ocorre, pois os mono/diacilgliceróis do emulsificante começam a cristalizar com o resfriamento, o que os torna mais hidrofóbicos, permitindo-os adsorver mais fortemente aos glóbulos. A emulsão formada é forte o suficiente para manter-se estável em repouso, mas é desestabilizada com agitação (CLARKE, 2004).

A gordura também começa a cristalizar, mas como os triacilgliceróis presentes na gordura do leite possuem uma ampla faixa de fusão (-40°C a 40°C), haverá uma combinação dentro dos glóbulos de gorduras líquida e cristalizada (GOFF, 1997). Isto permite que ocorra a coalescência parcial. Por isso, a gordura utilizada na formulação necessita de um perfil de derretimento ideal. Aquelas que derretem a altas temperaturas produzem um sorvete que têm uma textura e sabor residual de cera, e as que derretem a baixas temperaturas dificultam a formação da espuma (CLARKE, 2004; LUCAS et al., 2005). Se não houver a cristalização da gordura, e os glóbulos forem todos líquidos, estes coalescem completamente formando apenas um glóbulo de gordura; mas se todos cristalizarem, não haverá coalescência, dependendo, assim, da escolha da gordura e do tempo de maturação. Desta forma os emulsificantes deslocaram parte da proteína das membranas permitindo a coalescência parcial.

No processo seguinte, a mistura será congelada e batida ao mesmo tempo, para que bolhas de ar sejam incorporadas ao sorvete, formando a espuma. Durante o batimento ocorre a coalescência parcial dos glóbulos de gordura, que irão se chocar e se unir devido à perfuração da membrana pelos cristais de gordura, e pela mistura de emulsificantes e proteínas, e pela desestabilização durante a agitação. Mas como parte da gordura está na fase sólida, os glóbulos não irão se unir completamente (ROUSSEAU, 2000).

A camada de emulsão formada pelos glóbulos de gordura unidos pela coalescência parcial irá participar da estabilização da fase gasosa. Alguns destes glóbulos entram em contato com a interface ar-matriz durante o congelamento. Juntamente com proteínas do leite, eles dão estabilidade às bolhas de ar contra coalescência (Figura 3). Quanto menores forem os glóbulos de gordura, melhor será a estabilização das bolhas de ar, diminuindo a velocidade de derretimento do sorvete e menor será a percepção do sabor de gordura no produto final (CLARKE, 2004; GRANGER et al, 2004).

Figura 3: Estabilização das bolhas de ar pelos glóbulos de gordura parcialmente coalescidos.

Há diversos estudos que atribuem a percepção qualitativa, quantitativa e temporal do sabor ao conteúdo de gordura no sorvete. Uma alta quantidade de gordura levará a uma taxa de liberação do sabor mais lenta (KOEFERLI et al, 1999; HYVONEN et al, 2003; FROST et al, 2004).

2.3. Gorduras para sorvetes

Recentemente, o mercado mundial de alimentos tem direcionado sua atenção no investimento de produtos nutritivos e menos calóricos. Para isso, vários fabricantes tentam inovar com a substituição dos ingredientes calóricos por substitutos de gordura e açúcar, ou a redução do uso deles (RODRIGUES et al., 2006). A redução do uso de gorduras e açúcar no sorvete é contrabalanceada normalmente pelos outros ingredientes na formulação como os sólidos não-gordurosos do leite, que podem acabar por modificar o perfil do sabor do produto final. Porém estas modificações não são suficientes para agradar o mercado consumidor. Muito esforço ainda é feito para produzir um sorvete com redução de gordura de alta aceitação. Mas, sabendo que a gordura do leite participa em grande parte no sabor agradável do produto pela presença de diversos aromatizantes naturais como ácidos graxos, lactonas e compostos carbonílicos (KOEFERLI et al, 1999), as formulações com altos níveis dessa gordura e de açúcar ainda dominam o mercado (GUINARD et al, 2006) .

2.3.1. *Gordura vegetal parcialmente hidrogenada*

Com um mercado consumidor cada vez mais exigente, a indústria de sorvetes começou a utilizar gordura vegetal parcialmente hidrogenada na sua produção, pelo custo ser mais acessível que a gordura do leite, e por tornar o sorvete mais cremoso e leve. Nos últimos anos, a indústria nacional de gorduras hidrogenadas, esteve mais direcionada para o desenvolvimento de produtos com características específicas, que atendessem às necessidades da indústria de alimentos, do que para a produção de gorduras com baixos níveis de ácidos graxos com isômeros *trans* (GRDEN et al, 2007). Os ácidos graxos *trans* foram, recentemente, incluídos entre os lipídios dietéticos que atuam como fatores de risco para doença arterial coronariana, modulando a síntese do colesterol e suas frações e atuando sobre os eicosanóides (CHIARA et al, 2003).

O processo de hidrogenação em óleos vegetais torna as cadeias insaturadas dos ácidos graxos em saturadas ligando-se moléculas de hidrogênio nas duplas ligações. Isso fará com que o ponto de fusão do óleo aumente, tornando-a sólida à temperatura ambiente. Estima-se que alimentos compostos de gorduras vegetais parcialmente hidrogenadas, contribuem cerca de 80% a 90% da ingestão diária para ácidos graxos *trans* (LARQUÉ e ZAMORA, 2001 apud CORRÊA, 2008). Há diversos estudos que demonstraram que dietas à base dos isômeros *trans*, aumentam os níveis séricos de LDL (lipoproteína de baixa densidade) e diminuem os níveis séricos de HDL (lipoproteína de alta densidade), sendo mais associada às doenças cardiovasculares quando comparada às gorduras com ácidos graxos saturados sem hidrogenação (GRDEN et al, 2007; CORRÊA, 2008).

Por estes motivos, muitos estudos foram feitos para encontrar substitutos de gordura com baixos níveis de ácidos graxos *trans* e menos calóricos. O grande desafio é fazer essa mudança sem que a qualidade e o aspecto sensorial sejam alterados, itens fundamentais para o consumidor final. Na escolha de um substituto para a gordura do leite ou da hidrogenada, são observados na gordura, estrutura, perfil de cristalização durante condições dinâmicas de temperatura, perfil de fusão, conteúdo de triacilgliceróis de alto ponto de fusão, sabor e pureza (NAZARUDDIN, et al, 2008).

2.3.2. Gordura low trans

As indústrias de óleos e gorduras começaram a procurar novas alternativas na obtenção de gorduras com baixos níveis de isômeros *trans*, obtendo gorduras conhecidas como *low trans*. Um dos processos de obtenção desta gordura é a interesterificação química de misturas de gorduras e/ou óleos vegetais líquidos ou totalmente hidrogenados. Este processo tem sido muito utilizado e é usualmente realizado com misturas de gorduras altamente saturadas com óleos líquidos para produzir gorduras com características intermediárias. Entre os produtos saturados podemos destacar o uso de óleo de palma, estearina de palma e óleos totalmente hidrogenados (GORDURAS LOW TANS, 2009).

2.3.3. Gordura de Palma

Figura 4: Fruto da *Elaeis guineensis*

Um dos candidatos como substituto da gordura hidrogenada é a gordura de palma, que é 100% natural e vêm conquistando espaço no mercado por possuir um ponto de fusão ao redor de 40°C, não necessitando alterações através de processos de transformação, o que a torna extremamente versátil. É extraída da polpa do fruto da palmeira oleaginosa *Elaeis guineensis*, por métodos físicos sem uso de solventes ou outras substâncias químicas. Tem sua origem no oeste da África, por onde se espalhou para a maioria das partes tropicais e subtropicais do mundo (O'BRIEN, 2004). O refino é feito de forma natural da polpa da fruta, é altamente estável à oxidação e contém cerca de 50% de ácidos graxos saturados, 40% de mono-insaturados e 10% de poli-insaturados (Quadro 1). Por não ter sido submetida a processos de hidrogenação artificial é livre de ácidos graxos *trans* (LAI, 2005; GRDEN et al., 2007).

Em sua composição de triacilgliceróis (Quadro 2), podem ser encontrados principalmente os ácidos graxos palmítico e oléico. Por sua alta concentração de ácidos graxos saturados encontra-se semi-sólida à temperatura ambiente (O'BRIEN, 2004), sendo ideal para o uso em formulações de alimentos, onde pode ser aplicada em produtos para panificação, margarinas, biscoitos e chocolates. Possui antioxidantes naturais como tocotrienóis e tocoferóis que são preservados na extração por envolver métodos físicos e não químicos, tornando-a altamente estável

à oxidação, podendo ser utilizada também para frituras (VIEIRA et al., 1997; O'BRIEN et al., 2004).

Ela contém menos gorduras saturadas que a gordura do leite e possui um custo mais baixo. Na Malásia, Brasil e alguns outros países já vêm sendo utilizada no processo de fabricação de sorvetes (NAZARUDDIN et al, 2008, AGROPALMA, 2012).

Quadro 1: Composição de ácidos graxos da gordura de palma (NOOR LIDA et al., 2002).

Ácidos graxos da gordura de palma(%)	
C12:0	0,2
C14:0	1,1
C16:0	44,0
C18:0	4,5
C18:1	39,2
C18:2	10,1
C18:3	0,4
C20:0	0,4

Quadro 2: Composição de triacilgliceróis da gordura de palma (NOOR LIDA et al., 2002)

Triacilgliceróis da gordura de palma (%)*	
POP	30,2
POO	23,3
PLP	9,2
PLO	8,9
PPP	6,7
POS	6,7
OOO	3,9
SOO	2,9
OLO	1,5
PLL	1,2
PPS	1,1
OLL	0,4
PPM	0,2
Outros	3,8
*P= ácido palmítico; O= ácido oléico; L=ácido linoléico; S= ácido esteárico; M= ácido mirístico	

2.3.4. Gordura de Cupuaçu

Figura 5: Fruto da *Theobroma grandiflorum*

As espécies de plantas do gênero *Theobroma* são ricas em gorduras. O cacau encontra-se neste gênero, e o *liquor* extraído, é muito conhecido no mercado, sendo empregado na fabricação do chocolate. Outro fruto desse gênero pode ser encontrado na região amazônica, o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). A polpa da fruta já é comercializada em outras regiões do Brasil e no exterior. Seu mercado em desenvolvimento fora da Amazônia é suprido com a polpa congelada, produzida principalmente no Pará, Rondônia, Amazonas e Acre (LANNES et al., 2003).

Ela tem propiciado volume significativo de sementes, que correspondem a 20% do peso do fruto. As sementes frescas possuem cerca de 84% de umidade e quando secas, o conteúdo de gordura chega a aproximadamente 60% do peso, sendo 91% desta gordura digestível para o homem. Quando fermentadas, secas e torradas adequadamente, podem ser utilizadas na elaboração de produtos análogos aos oriundos das sementes de cacau, já que seu conteúdo gorduroso é similar ao da manteiga de cacau, apesar de ter um perfil de ácidos graxos diferente (LANNES et al., 2004; COHEN & JACKIX, 2005; QUAST et al., 2007; QUAST et al., 2011). A gordura é sólida à temperatura ambiente tendo como principais ácidos graxos com concentrações de maior para menor os ácidos oléico, esteárico, palmítico, linoléico e araquídico (Quadro 3). Em seu perfil de triacilgliceróis (Quadro 4), têm-se o SOS (esteárico-oléico-esteárico) em maior concentração, possuindo um perfil de derretimento similar ao da manteiga de cacau, sendo mais macia provavelmente por

possuir maior concentração de ácidos graxos mono-insaturados (LANNES, 2003; HARWOOD & GUNSTONE, 2007; COHEN e JACKIX, 2009).

Quadro 3: Composição de ácidos graxos da gordura de cupuaçu. (LANNES, 2003)

Ácidos graxos da gordura de cupuaçu (%)	
C16:0	7,8
C16:1	0,1
C17:0	0,2
C18:0	32,9
C18:1	42,2
C18:2	3,5
C18:3n-6	0,1
C18:3n-3	0,2
C20:0	9,8
C22:0	3,2

Quadro 4: Composição de triacilgliceróis da gordura de cupuaçu. (LANNES, 2003)

Triacilgliceróis da gordura de cupuaçu (%)*	
SOS	29,1
SOO	18,8
POS	13,0
SOA	13,0
OOA	8,6
POO	7,0
OOO	3,9
OAA	2,7
POP	1,9
PlIP	1,1
PSS	0,9
*S= ácido esteárico; O= ácido oléico; P= ácido palmítico; A= ácido araquídico; Li= ácido linoléico	

A gordura de cupuaçu tem encontrado aplicação na indústria farmacêutica, de cosméticos, química e de alimentos. Devido a sua semelhança com a manteiga de cacau foi utilizada no desenvolvimento do “cupulate”, produto rústico feito à base de cupuaçu com características sensoriais próximas ao chocolate. Este produto começou a ser estudado pelo CPATU (Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental) da Embrapa, em 1986 continuando seu aprimoramento em 1998 na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. O

Cupuaçu tem a vantagem do menor custo que o cacau sendo que uma tonelada de chocolate à base de cacau tem custo de 10 a 25% superior à tonelada do produto à base de gordura de cupuaçu (LANNES et al., 2002; QUAST et al., 2011).

A gordura do cupuaçu apresenta-se como bom candidato para a produção de sorvete por possuir interessantes pontos de fusão e curvas de sólidos satisfatórias similares à da manteiga de cacau, também sendo vantajosa para uso em diferentes tipos de alimentos (LANNES, 2003).

2.4. Fruto Longan

O Longan (*Dimocarpus Longan* Lour.) é um fruto tropical muito conhecido por países da Ásia como China, Vietnam e Tailândia. Sua polpa é doce e succulenta e possui muitos minerais, vitaminas e substâncias benéficas à saúde. Longan (em chinês pinyin “lóngyǎn”) significa “olhos-de-dragão” pela sua aparência arredondada e polpa clara e translúcida, com sementes elipsóides pretas no centro, semelhante a um olho (Figura 6).

Figura 6: Fruto do *Dimucarpus Longan*

A fruta é semelhante à lichia, espécie afim uma vez que ambas pertencem à família Sapindaceae. Está distribuída em todas as regiões subtropicais do mundo, sendo uma grande opção de plantio, afinal a árvore é mais rústica que a da lichia, adaptando-se a uma maior amplitude de clima. No Brasil, são poucos os trabalhos e as informações sobre a cultura (JESUS et al., 2008).

O longan é uma fruteira que exige e se adapta muito bem em solos ácidos típicos do Cerrado. No entanto, solos sílico-argilosos profundos, bem drenados e com boa fertilidade, são mais exigidos por essas fruteiras. Ele requer clima tropical. As noites mais frias e o período seco de maio a agosto são fatores climáticos

limitantes para o longan. O início de sua produção é tardio, ocorrendo pelo menos após quatro anos mesmo quando a planta é enxertada. A fruteira floresce geralmente entre agosto e setembro, e sua produção ocorre entre dezembro e janeiro e, em algumas ocasiões, até os meses de fevereiro e março. Dependendo das condições climáticas e da adubação, a planta mostra-se bastante irregular em produção de ano para ano. As variedades tailandesas Bieo Khieo, Do e Si Chomphu são bastante comercializadas na Ásia. No Brasil, a variedade Kohala foi introduzida em 1986 pela Unesp de Jaboticabal, proveniente da Flórida, mas desenvolvida no Havaí, devido a sua excelente produção e qualidade da fruta (PINTO, 2001). A planta também tem sido cultivada na região de Ribeirão Preto, em São Paulo, desde 1988, trazida do continente asiático por dois amigos que iniciaram uma plantação com 110 mudas. Atualmente, há mais de 1500 pés cultivados no Bonfim Paulista, onde rendem cerca de 40 toneladas durante a safra que vai de janeiro a início de março. Esta produção é vendida para o Rio de Janeiro e para São Paulo (EPTV GLOBO, 2011).

A produção anual do longan é irregular e depende muito da variedade, da adubação e das condições climáticas. Na China, o rendimento de 100 a 150 kg de frutas por planta, é muito comum nas melhores variedades (PINTO, 2001). Em 2005, foram comercializadas cerca 1,52 milhões de toneladas de frutas no CEAGESP. As frutas exóticas com 1.184,94 toneladas representaram cerca de 0,08% desse volume, sendo que as frutas da família Sapindaceae representaram 31,9% desse total (GODAS et al., 2006 apud JESUS et al., 2008). Portanto, a difícil propagação e produção da muda, seu longo período para o início de produção, a raridade na oferta aliada à excelente qualidade da fruta são fatores que influenciam a grande demanda e o alto valor de mercado do longan.

Diversos estudos revelaram compostos fenólicos com alto poder antioxidante presentes no fruto (HE et al, 2009). Os chineses já conhecem seus atributos medicinais há séculos. Em sua medicina tradicional, eles a receitam para insônia, memória, palpitações, nervosismo, para a promoção do metabolismo do sangue, acalmar nervos, dores de estômago, como antipirético, vermífuga e como antídoto de alguns venenos (LU, 1994; RANGKADILOK et al., 2005; YANG et al., 2008; ZHONG e WANG, 2009) .

Polissacarídeos e ligninas na fruta têm sido considerados os responsáveis por alguns destes efeitos para a saúde (ZHONG e WANG, 2009). Com estes conhecimentos, muitos pesquisadores vêm estudando os efeitos benéficos da fruta e seus componentes.

Um estudo realizado por Park et al. (2010) demonstrou que o extrato do fruto é realmente capaz de melhorar a memória de ratos. Diversos estudos analisaram os componentes do fruto, onde se encontrou uma grande variedade de compostos fenólicos, polissacarídeos e uma alta concentração de vitamina C, atribuindo ao fruto um forte poder antioxidante.

Yang et al. (2008) demonstraram a variedade de polissacarídeos presentes na polpa do fruto e a rica composição química de monossacarídeos e de ácido urônico. Wu e Li (2004 apud YANG et al, 2008) demonstraram que os polissacarídeos do longan são capazes de remover radicais livres.

Grande parte dos estudos realizados em relação à ação antioxidante do fruto foi direcionada aos diversos compostos fenólicos encontrados. Estes compostos onde são incluídos, ácidos fenólicos, antocianinas, flavonóides, exibem uma forte atividade contra radicais livres por sua ação como agentes doadores de elétrons, sua propriedade quelante de íons de metais e através de sua ação inibidora da formação de hidroperóxidos lipídicos (SOONG e BARLOW, 2005; PRASAD et al., 2009a). Foi demonstrado que a ação antioxidante de alguns destes compostos fenólicos é mais potente que a da vitamina C (GUO et al., 2003; MAHATTANATAWEE et al., 2006) fazendo deles um dos mais importantes grupos de antioxidantes naturais por sua diversidade.

Estudos epidemiológicos demonstram uma correlação entre o aumento do consumo de compostos fenólicos e a redução de riscos de doenças cardiovasculares, doenças neurodegenerativas e certos tipos de câncer (SOONG e BARLOW, 2005). Entre os polifenóis encontrados no fruto, estão compostos como o ácido gálico, coralogina e ácido elágico (RANGKADILOK et al., 2005; MAHATTANATAWEE et al., 2006; RANGKADILOK et al., 2006). A coralogina tem sido amplamente estudada demonstrando ação antifúngica, anti-hipertensiva, vasodilatadora, anticarcinogênica, hepatoprotetora, antimicrobiana e antiinflamatória além de sua forte ação antioxidante (PRASAD et al., 2009b; RANGKADILOK et al.,

2006; RANGKADILOK et al., 2005; RANGKADILOK et al., 2005). Os ácidos gálico e elágico também têm sido estudados por sua ação antioxidante e demonstram também ação antiplasmodial, antimicrobiana e preventiva do câncer por ter uma ação citotóxica seletiva, ação antiproliferativa e induzir apoptose em células cancerígenas (PRASAD et al., 2009b; RANGKADILOK et al., 2006; RANGKADILOK et al., 2005).

Outros estudos demonstram atividades ansiolíticas, sedativas e analgésicas devido à adenosina presente no fruto e os efeitos benéficos no sistema cardiovascular (PARK et al., 2010; RANGKADILOK et al., 2005). Além disso, Lima et al. (2005) e Wall (2006) encontraram uma alta concentração de vitamina C na fruta, com valores maiores que de frutos cítricos e do kiwi. Wall (2006) também estudou a composição mineral, demonstrando que o longan é uma ótima fonte de potássio, onde 100 g podem suprir 7% da recomendação diária, e de cobre, onde 100 g podem suprir 29% da recomendação diária. O consumo de 100 g também é capaz de suprir 3-5% da recomendação diária de fósforo, magnésio, ferro, manganês e zinco.

Todos estes dados indicam que o longan é potencialmente um alimento funcional que fornece uma nova fonte de vitaminas e minerais, um forte agente na prevenção de doenças crônicas e cardíacas e, devido ao seu alto conteúdo de polifenóis, um forte antioxidante (RANGKADILOK et al., 2006; HE et al., 2009).

2.4.1. Alimentos Funcionais

Hoje há uma crescente preocupação com a saúde onde tentamos retardar o envelhecimento e nos prevenir de doenças associadas ao sedentarismo. Para isso recorreremos aos exercícios e a uma dieta balanceada. Ao perceber que a baixa incidência de doenças em certos povos era devido à sua dieta, uma maior atenção foi voltada a ela. “Os esquimós, com sua alimentação baseada em peixes e produtos do mar ricos em ácidos graxos poliinsaturados das famílias ômega 3 e 6, têm baixo índice de problemas cardíacos, assim como os franceses, devido ao consumo de vinho tinto, o qual apresenta grande quantidade de compostos fenólicos. Os orientais devido ao consumo de soja, que contém fitoestrogênios, apresentam baixa incidência de câncer de mama. Nesses países, o costume de consumir frutas e verduras também resulta numa redução do risco de doenças coronarianas e de câncer, comprovada por dados epidemiológicos” (MORAES e COLLA, 2006).

Segundo Rossi (2008), a Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais mostra que no Brasil este setor tem crescido a um ritmo de 20% ao ano. Os alimentos funcionais podem atuar não só na redução de riscos das doenças, mas também no retardamento do envelhecimento precoce, melhorar aspectos estéticos como celulite, retenção hídrica, acne, queda de cabelo, pele seca, unhas frágeis e quebradiças.

Recentemente, tem sido dada muita atenção aos antioxidantes presentes nas frutas, pois estudos epidemiológicos revelaram que um alto consumo de frutas era associado a uma reduzida mortalidade e morbidade de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer devido aos antioxidantes presentes, onde possuem efeitos benéficos contra os radicais livres em sistemas biológicos (GUO et al., 2003; PRASAD et al., 2009). O consumo destes antioxidantes é capaz de reduzir o estresse oxidativo, prevenindo doenças crônicas. O estresse oxidativo é um importante fator contribuinte da patologia de aterosclerose, câncer, danos teciduais na artrite reumatóide, doenças neurodegenerativas e os processos de envelhecimento (SOONG e BARLOW, 2005; RANGKADILOK et al., 2006).

2.5. Testes Experimentais

2.5.1. *Reologia*

Atualmente reologia é compreendida como a ciência da deformação e fluxo da matéria. É o estudo da maneira como materiais respondem a uma tensão ou a um estresse aplicado (BORWANKAR, 1992; SCHARAMM, 2000). Faz parte de uma subseção da física que se ocupa pelo comportamento de materiais sólidos e líquidos. Este termo foi utilizado pela primeira vez por Eugene C. Bingham (circa 1928), possuindo origem na palavra grega *rheos* (rio/fluir) e *logos* (estudo). O termo é derivado de *panta rhei*, dito pelo grego filósofo e cientista natural Heraclitus aproximadamente em 500 a.C. que significa “tudo flui” (STEFFE, 1996).

A matéria pode apresentar um comportamento desde um sólido elástico como de um líquido viscoso. No caso de sólidos, é estudada a deformação sob a ação de um estresse (força por unidade de área) e no caso de líquidos é estudado o fluxo sob o estresse (BORWANKAR, 1992). Os sólidos deformam-se elasticamente. A energia requerida para a deformação é completamente recuperada quando as tensões são removidas. Fluidos ideais como líquidos e gases escoam, deformando-se irreversivelmente. A energia requerida para a deformação é dissipada dentro do fluido na forma de calor e não pode ser recuperada simplesmente pela remoção das tensões (SCHRAMM, 2006).

O comportamento reológico de fluidos pode ser caracterizado como Newtoniano e não-Newtoniano, dependendo da relação que apresentam entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação aplicada. Newton descreve o escoamento de um fluido como um fluxo laminar, um conjunto de planos paralelos infinitamente finos que deslizam tangencialmente sobre os outros quando uma força constante é aplicada, e se movem em uma velocidade constante (TUNG e PAULSON, 1995; SCHRAMM, 2006).

Esta força aplicada tangencialmente sobre a área da interface entre o plano superior do líquido e sua base, pode ser definida como tensão de cisalhamento. A velocidade do escoamento que pode ser mantida por uma força aplicada é controlada pela resistência interna do fluido, isto é, sua viscosidade (SCHRAMM,

2000; OLIVEIRA, 2005). A tensão de cisalhamento faz com que o líquido escoe com diferentes gradientes de velocidade onde a velocidade máxima é encontrada na camada superior e diminui até a velocidade mínima na camada inferior em contato com a placa estacionária. Esta queda de velocidade pelas camadas do líquido é denominada taxa de cisalhamento (Figura 7) (BORWANKAR, 1992).

Figura 7: Taxa de cisalhamento

Fluidos Newtonianos apresentam uma relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamento, dependendo apenas da composição do fluido e de sua temperatura. Já fluidos não-Newtonianos apresentam uma relação não linear entre a taxa e tensão de cisalhamento e podem ser dependentes do tempo além da temperatura e composição (STEFFE, 1996; SANTOS, 2004).

Para os fluidos não-Newtonianos independentes do tempo, à temperatura e composição constantes, a viscosidade aparente depende da taxa de cisalhamento ou da tensão de cisalhamento. Nestes líquidos, com um aumento da taxa de cisalhamento, pode haver a queda ou o aumento da viscosidade. A maioria dos alimentos apresenta uma queda na viscosidade, o que os caracteriza como pseudoplásticos. Estes materiais quando em repouso apresentam um estado desordenado, e quando submetidos a uma tensão de cisalhamento, suas moléculas tendem a se orientar na direção da força aplicada, ordenando-se e diminuindo a viscosidade. Quando o material apresenta um aumento na viscosidade, é chamado de fluido dilatante. Este tipo de material é encontrado em líquidos que contêm uma

alta proporção de partículas rígidas insolúveis em suspensão. Em alimentos este tipo de comportamento pode ser encontrado em alguns tipos de mel e suspensões de amido (STEFFE, 1996).

Alguns fluidos requerem uma tensão inicial para iniciar o escoamento. Esses materiais possuem uma estrutura interna capaz de impedir o escoamento para valores de tensão de cisalhamento inferiores a um valor limite. Quando a tensão de cisalhamento é maior que o valor limite, a estrutura interna colapsa, favorecendo o escoamento do material como um fluido (SCHRAMM, 2006).

No caso dos fluidos dependentes do tempo, a viscosidade aparente é função da duração da taxa de deformação. Alguns alimentos como suspensões, emulsões e espumas são fluidos dependentes do tempo e exibem comportamento tixotrópico ou reopético. Ambos os fenômenos podem ser irreversíveis, reversíveis ou parcialmente reversíveis. Quando mantidas constantes, a temperatura, a composição e a taxa de deformação, os fluidos tixotrópicos e reopéticos exibem, respectivamente, uma diminuição e um aumento na viscosidade aparente com o tempo de cisalhamento. Tixotropia em muitos fluidos alimentícios pode ser descrita em termos do fenômeno de transição sol-gel. Após serem produzidos e colocados em embalagens, esses alimentos vagarosamente desenvolvem uma rede tridimensional e podem ser descritos como géis (STEFFE, 1996). O comportamento da taxa de cisalhamento dos fluidos Newtoniano e não-Newtoniano independentes do tempo sob uma tensão de cisalhamento está representada na Figura 8.

A viscosidade é a propriedade de todos os fluidos independentemente se eles exibem ou não comportamento elástico; no entanto, muitos fenômenos não podem ser descritos simplesmente em função da viscosidade e o seu comportamento elástico deve ser levado em consideração. Alimentos como o sorvete, apresentam propriedades tanto de líquidos como de sólidos, sendo denominado, portanto, de um material viscoelástico. Para descrever a resposta a uma deformação, dois métodos de análise são necessários: avaliação das propriedades mecânicas para as características típicas de sólido e as análises reológicas para as características típicas de líquido (CLARCKE, 2004), por isso, a análise de reologia oscilatória é ideal para estudar materiais viscoelásticos.

Figura 8: Comportamento reológico de fluidos newtonianos e não-newtonianos (STEFFE, 1996).

Em testes contínuos de reologia rotacional, a deformação do material é tão grande que a estrutura é destruída. Na reologia oscilatória a deformação é pequena, portanto a estrutura se mantém intacta. Neste teste, a resposta de um estresse para uma tensão senoidal aplicada ou vice versa é medida (BORWANKAR, 1992). Tanto parâmetros viscosos de líquidos como elásticos de sólidos podem ser analisados ao mesmo tempo. Determinam-se assim, o parâmetro G' (módulo elástico ou de armazenamento), onde a energia fornecida é armazenada, e o parâmetro G'' (módulo viscoso ou de perda), onde a energia fornecida é dissipada na forma de calor (SCHRAMM, 2006).

A análise reológica de um produto alimentício é útil, pois permite discutir a estrutura e composição do alimento testado, já que o comportamento reológico é dependente destes fatores (BORWANKAR, 1992). As propriedades reológicas também servem como um meio de controlar e monitorar um processo industrial. A reologia oscilatória é utilizada para estudar a estrutura de emulsões alimentícias como maionese (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2005). Há diversos motivos dentro de uma indústria para realizar ensaios reológicos como (BOURNE, 2002b):

- Planejamento da engenharia de processo. As propriedades de vazão e deformação de alimentos precisam ser compreendidas para planejar um equipamento que manipule alimentos, incluindo correias transportadoras, caixas de armazenamento, bombas, tubulações, dispositivos de *spray*;
- Obter informações sobre a estrutura do alimento ou a conformação molecular de seus constituintes, em especial os componentes macromoleculares;
- Realizar análises que irão prever atributos sensoriais através da textura do produto.

2.5.2. *Overrun*

A quantidade de ar incorporada em uma espuma é comumente medida em termos de *overrun*. O *overrun* é a proporção entre o volume de gás e o volume de líquido expresso em porcentagem (CLARKE, 2004). Na indústria de sobremesas congeladas, é utilizada como parâmetro onde é verificado o aumento na porcentagem de volume resultante da incorporação de ar. Na linha de processo, quando os pacotes são preenchidos, uma variação do *overrun* altera o nível de enchimento da embalagem, afetando a quantidade e a qualidade do produto final (GOFF e HARTEL, 2004).

2.5.3. Textura

A textura em alimentos congelados é uma das qualidades mais importantes para o consumidor. Ela depende principalmente dos constituintes da estrutura. Suas propriedades estão relacionadas com a deformação, desintegração e a fluidez do alimento sob ação de uma força, que é de grande interesse para a indústria. Estas propriedades podem ser medidas objetivamente e relacionadas com atributos sensoriais (MALLIKARJUNAN, 2005).

Há uma grande dificuldade em definir textura, pois pode apresentar diferentes significados para cada pessoa. Bourne (2002a) diz que a textura em alimentos possui as seguintes características:

1. É um grupo de propriedades físicas derivadas da estrutura do alimento;
2. Pertence às propriedades físicas mecânicas ou reológicas. Propriedades ópticas, elétricas, magnéticas e a temperatura são propriedades físicas que são excluídas da definição de textura;
3. Consiste de um grupo de propriedades e não de uma única;
4. Textura é sentida principalmente pelo toque (da boca ou da mão);
5. Não está relacionada com a química do sabor e odor;
6. Medições objetivas são feitas pelas funções de massa, distância e tempo apenas.

Szczesniak (2002) define textura como uma manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e de superfície do alimento, detectadas pelos sentidos da visão, audição, toque e cinestesia.

A análise instrumental de força é a mais comum em análises de textura. Força tem as dimensões de massa x distância x tempo⁻², e sua unidade de medida padrão é em Newton (N). As análises instrumentais de força podem ser realizadas de diferentes formas como testes de perfuração, compressão-extrusão, compressão, tensão, fratura/dobra, entre outros. O método deve ser apropriado para o tipo de alimento e o estado do alimento, onde cada análise mede diferentes parâmetros adequados para cada amostra. No teste de compressão simples, a amostra é comprimida em uma direção e não há obstáculos nas outras duas dimensões. Isto

causa uma mudança no formato da amostra. Este teste é utilizado para alimentos sólidos onde o probe compressor deve ter o diâmetro maior do que do alimento. Este método pode ser utilizado no perfil de textura de frutas ao sofrerem diferentes processos, para avaliar a influência deste na textura do alimento. O teste de compressão em alimentos sólidos pode ser dividido em duas classes (BOURNE, 2002a):

- Não-destrutiva: Onde a força de compressão é mantida baixa para assegurar que não ocorra fratura, quebra, ou qualquer outro dano irreversível na amostra. Ele é utilizado para testes de deformação no qual imitam espremer o alimento na mão;
- Destrutiva: A força de compressão deve ser suficiente para causar danos irreversíveis na amostra. Este teste é utilizado para avaliar o perfil de análise instrumental.

O teste de compressão-extrusão consiste na aplicação de força em um alimento até que ele flua através de uma saída como espaços em volta do compressor que criam canais como demonstrado na Figura 9.

Figura 9: Diagrama esquemático de uma célula para teste de compressão-extrusão simples.

O alimento é comprimido até que sua estrutura se desfaça e seja expulsa através destes canais. Normalmente, a força máxima necessária para a extrusão é medida e usada como um índice de qualidade de textura. Este tipo de teste é usado em líquidos viscosos, géis, gorduras e frutas e verduras frescas ou processadas. Como a extrusão requer que o alimento flua sob pressão, é mais sensato utilizá-lo em alimentos que fluem facilmente sob uma força aplicada e não utilizá-lo em alimentos que não fluem facilmente como biscoitos, cereais matinais e doces (BOURNE, 2002a).

Pesquisadores utilizaram este método para determinar parâmetros reológicos de alimentos como chocolates, onde o índice de viscosidade obtido nestes testes possibilita prever a tensão de escoamento e a viscosidade aparente dos chocolates durante a fabricação (AFOAKWA, 2010). Gonçalves e Lannes (2010 apud GONÇALVES e LANNES, 2010) utilizaram este método no estudo do desenvolvimento de produtos de chocolate. Juszczak et al. (2004) relata trabalhos realizados onde estudaram a reologia de mostardas através desta análise, e o autor aponta as vantagens de se utilizar este método pois ele oferece a oportunidade de testar amostras sem afetar a estrutura antes do teste, e a possibilidade de investigar amostras com partículas grandes como especiarias ou sementes de mostarda. Silva Junior (2008) avaliou a textura de sorvetes. Eduardo e Lannes (2003) estudaram produtos achocolatados em pó, bem como Medeiros e Lannes (2007). Ignácio (2006) analisou o comportamento de maioneses. Outro estudo realizado por Osorio e Steffe (1991) demonstra como analisar dados reológicos de fluídos a partir da equação de Herschel-Bulkley (Eq. 1)

$$\sigma = \pm\sigma_y \pm \eta \left| \frac{dv}{dr} \right|^n$$

(Eq. 1)

onde,

σ = tensão de cisalhamento, Pa

σ_y = tensão de escoamento, Pa

η = coeficiente de consistência, Pa.sⁿ

dv/dr = taxa de cisalhamento, s⁻¹

n = índice de fluidez, adimensional.

2.5.4. Cor

Cor é uma propriedade dos alimentos que determina sua qualidade e identidade. A análise de cor é um tópico muito importante na tecnologia e na qualidade dos alimentos. A cor pode ser analisada tanto por inspeção direta (análises sensoriais) ou por métodos instrumentais. A inspeção direta deve ser feita por especialistas quando as avaliações visuais forem confiáveis, controlando as múltiplas variáveis. As análises instrumentais eliminam erros entre indivíduos e são mais reproduzíveis (DIEHL e SOCACIU, 2008).

Os instrumentos de detecção de cor geralmente pertencem a quatro categorias: colorímetros, densíômetros, câmaras espectrais e espectrofotômetros. Colorímetros avaliam a cor utilizando três ou quatro filtros que correspondem aos receptores de cor do olho humano. O método visa a tradução numérica da percepção visual humana da cor para linguagem de computadores, no sentido de tratar a informação obtida em espectrofotômetros de forma a produzir interpretação em valores matemáticos.

Em 1931 a *Comission Internationale d'Eclairage* (CIE) definiu a cor sendo especificada pela geometria e distribuição espectral de três elementos: a fonte de luz, a refletividade da amostra e o sentido visual do observador. A CIE definiu o sistema de cor CIE- $L^*a^*b^*$ em 1976. O modelo $L^*a^*b^*$ é baseado no modelo HunterLab proposto em 1958. A cor deste sistema consiste da soma de um componente a que se chama luminância, ou componente de luminosidade (L^*), e dois outros componentes de cromaticidade: o componente a^* e o componente b^* . O sistema HunterLab foi o primeiro sistema a utilizar a teoria da oposição de cores que diz que os sinais do cone vermelho, verde e azul são remixados em codificadores opositores, enquanto o sinal é transmitido do nervo óptico até ao cérebro. Na base da teoria da oposição de cores, o espaço de cores da CIE L^*, a^*, b^* é tridimensional retangular, onde L (luminosidade) varia de 0 (Preto) a 100 (branco), a^* (eixo vermelho-verde) com valores positivo (vermelho) e negativo (verde) e b^* (eixo amarelo-azul) com valores positivos (amarelo) e negativo (azul) (SOUZA, 2006; DIEHL e SOCACIU, 2008). As coordenadas de a^* e b^* aproximam-se do zero ao medir cores neutras (branco, preto e cinza).

O espaço CIE- $L^*a^*b^*$ é representado por uma esfera (Figura 10), em que o eixo Y representa a coordenada L^* , o eixo X representa a coordenada b^* e o eixo Z, representa a coordenada a^* . A combinação destas coordenadas resulta em uma posição espacial que expressa à cor.

Figura 10: Espaço de cores da CIE- $L^*a^*b^*$

Muitos estudos utilizam os parâmetros de ângulo de hue (h°) e chroma (C^*), que são parâmetros que podem ser calculados a partir do sistema CIE- $L^*a^*b^*$. Os valores de L^* , a^* , e b^* são convertidos do sistema de coordenadas retangulares para um sistema de coordenadas cilíndricas. O parâmetro L^* se mantém o mesmo, representando a luminosidade no plano no qual a cor reside. O parâmetro C^* é a distância do vetor do centro do plano para a cor encontrada. Quanto maior o valor de C^* , maior a saturação da cor. O ângulo de hue marca a posição deste vetor no plano dentro da circunferência de cores (Figura 11) (HUNTER e HAROLD, 1987).

Figura 11: Hue e Chroma no espaço de cor CIE- $L^*C^*h^\circ$

3. JUSTIFICATIVA

Há uma grande preocupação por parte da indústria em encontrar alternativas para o uso da gordura hidrogenada que apresentem características semelhantes sendo mais saudáveis. Há diversos estudos que testam a aplicação de outros tipos de gordura na formulação do sorvete, porém é necessário um estudo comparativo dos tipos de gordura, para avaliar sua viabilidade e estudar as diferentes interações entre os componentes da formulação. O estudo da influência do tipo de gordura utilizada em formulações de sorvete nos permite compreender melhor as diferenças qualitativas de cada gordura, e planejar o uso de uma gordura alternativa à gordura vegetal hidrogenada ideal. O estudo da reologia de formulações de sorvete utilizando diferentes tipos de gordura disponibilizará informações para verificação do efeito de cada gordura estudada na estrutura de sorvetes. O conhecimento do comportamento reológico dos alimentos é útil não somente para o controle de qualidade do produto, mas principalmente para o dimensionamento de sistemas de tubulação, trocadores de calor, filtros, bombas, entre outros.

O mercado tem procurado novas fontes de alimentos funcionais, e uma grande variedade deles pode ser encontrada em alimentos consumidos por povos orientais, que são famosos por manter uma vida longa e saudável devido à sua alimentação. O desafio têm sido incorporar estes alimentos na dieta ocidental agradando o gosto da população. O longan é um fruto que vêm se popularizando no Brasil devido à sua semelhança com a lichia que já está bem estabelecida no mercado ocidental. Sendo um grande candidato na prevenção de doenças e no combate ao envelhecimento, é um fruto que possui grandes chances de se estabelecer no Brasil, aonde já vem sendo cultivada no país. A introdução deste fruto como um sabor para sorvete apresenta vantagens para ambos. Como o longan possui propriedades antioxidantes e por ser fonte de vitaminas e minerais, ele torna o produto mais nutritivo e saudável, e por possuir altas concentrações de açúcar, permite diminuir a adição de sacarose no sorvete. O sorvete por sua vez é um produto popular e de alto consumo no país, sendo um ótimo meio para apresentar o fruto para a população.

4. OBJETIVOS

Geral

O projeto tem por objetivo geral desenvolver formulações de sorvete com características funcionais e avaliar a estrutura de formulações com variação no tipo de gordura.

Específicos

- a. Caracterizar o fruto longan adquirido *in natura*, a fim de se planejar sua adição em formulações de sorvete, quanto à sua composição química, textura e cor, e comparar com resultados de estudos do fruto cultivado em diferentes regiões;
- b. Estudar a estrutura de misturas para sorvetes preparadas com gordura hidrogenada, *low trans*, palma e de cupuaçu por reologia oscilatória com microscopia, análise de *overrun*, textura através da análise de compressão-extrusão e comportamento de fusão;
- c. Formular e produzir um sorvete com adição do fruto longan e redução na adição de sacarose;
- d. Avaliar sensorialmente o efeito do tipo de gordura no sabor e textura dos sorvetes, bem como avaliar a aceitação do sorvete produzido com longan.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Materiais

5.1.1. *Fruto Longan*

Os frutos frescos foram adquiridos no comercio local do bairro da Liberdade na cidade de São Paulo, todos de um mesmo fornecedor e lote, durante o mês de fevereiro de 2010. Foram acondicionados em geladeira a 10 °C por aproximadamente uma semana até o momento do processamento por liofilização. Os frutos utilizados eram de tamanho entre 1 (>28 mm de diâmetro) e 2 (27-28 mm de diâmetro) de acordo com o Codex Alimentarius para Longan (CODEX STAN 220, 2005). As determinações foram realizadas com a polpa do fruto cortada ao meio e separada da casca e da semente manualmente, com cuidado, minimizando a perda de água durante o processo.

Os frutos foram liofilizados para melhor manutenção de suas propriedades durante o armazenamento, para serem utilizadas nas análises de cor, textura e açúcares redutores. Quando necessário, os frutos liofilizados foram reidratados, cobertos com água destilada a 19 °C durante 10 minutos.

5.1.2. *Sorvete*

Para realizar o estudo inicial do comportamento estrutural, foram produzidas quatro formulações com diferentes tipos de gorduras. Os ingredientes utilizados e suas quantidades estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Ingredientes utilizados nas formulações dos sorvetes

INGREDIENTES* (%)	1	2	3	4
Sacarose (União)	12	12	12	12
Leite em pó integral (Itambé)	14	14	14	14
Gordura vegetal hidrogenada (Bunge - ProDulce 37)	6	-	-	-
Gordura <i>low trans</i> (Bunge PróMult 44 LT)	-	6	-	-
Gordura de palma (Agropalma 370SE)	-	-	6	-
Gordura de cupuaçu (Beraca Sabará Químicos e Ingredientes S.A.)	-	-	-	6
Glicose desidratada (CornProducts - Mor Rex 1940)	4	4	4	4
Emulsificante/Estabilizante (Prozin - Palsgaard 5924)	0,5	0,5	0,5	0,5

*não está incluída a água

5.1.3. Sorvete com adição do fruto

Foi produzida uma formulação de sorvete com adição do longan e redução na adição de sacarose seguindo as concentrações e ingredientes apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Formulação de sorvete com adição de longan e redução na adição de sacarose.

INGREDIENTES*	%
Sacarose (União)	9,0
Leite em pó integral (Itambé)	13,7
Gordura vegetal hidrogenada (Bunge - ProDulce 37)	5,8
Glicose desidratada (CornProducts - Mor Rex 1940)	3,9
Longan Liofilizado	4,8
Emulsificante/Estabilizante (Prozin - Palsgaard 5924)	0,5

*não está incluída a água

5.2. Métodos

5.2.1. *Caracterização do fruto longan*

Todos os testes foram realizados em triplicata em temperatura ambiente controlada (21°C). Foi seguida a metodologia para composição centesimal descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005) e pela AOAC (2005) para a realização das análises. As amostras foram escolhidas randomicamente e, quando necessária a utilização de uma pequena quantidade, vários frutos foram triturados e homogeneizados em uma cápsula de porcelana para melhor representação do lote.

- Umidade (Perda por dessecação)

A porcentagem de umidade do alimento relaciona-se com a quantidade de água disponível no alimento. A determinação do teor de umidade baseia-se no aquecimento direto da amostra em estufa onde se obtém o resíduo seco (amostra sem a água).

No dia anterior ao teste as cápsulas de porcelana foram secas em estufa à 105 °C por aproximadamente 24 horas. Depois, foram resfriadas dentro de dessecador com sílica gel, seu peso foi anotado, e nela foram pesadas aproximadamente 20 g do fruto fresco em cada cápsula. As amostras foram secas na estufa a 105 °C por 24 horas. Depois de resfriadas dentro do dessecador com sílica gel, pesadas e secas novamente em estufa a 105 °C por 2 horas, o peso foi anotado novamente e o procedimento foi repetido até que as amostras mantivessem o peso constante. A umidade do produto foi obtida como a diferença entre o peso das amostras antes e depois do processo de secagem.

As amostras desidratadas obtidas no teste foram reservadas e utilizadas para as análises de cinzas, lipídeos e proteínas.

- Cinzas (Resíduo por incineração)

As cinzas são os resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica, que é transformada em CO_2 , H_2O e NO_2 . A composição da cinza depende da natureza do alimento e do método de determinação utilizado.

As amostras obtidas na determinação de umidade foram trituradas em uma cápsula de porcelana e aproximadamente 2 g foi pesado em cadinho de porcelana previamente incinerado em mufla a 550°C por 3 horas. Os cadinhos com as amostras foram carbonizados em Bico de Bunsen até que não fosse mais liberada fumaça das amostras. Os cadinhos com as amostras foram incinerados em mufla a 550°C por 5 horas e meia (até que as cinzas obtivessem coloração branca ou levemente acinzentada) e foram resfriados dentro do dessecador com sílica gel, e seu peso foi anotado. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até que a amostra obtivesse peso constante. As cinzas do produto foram obtidas como o peso do resíduo restante após a incineração.

- Lipídios ou extrato etéreo

O termo lipídeos é compreendido como fração do alimento não solúvel em água e solúvel a solventes orgânicos.

Foi pesada cerca de 2 g da amostra seca e colocada dentro de cartucho de papel filtro. O cartucho foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Um balão de fundo redondo previamente tarado a 105°C foi acoplado ao aparelho munido com um condensador de bolas e foi adicionado éter de petróleo suficiente para dois aparelhos Soxhlet. O aparelho foi mantido em aquecimento sob refluxo por 10 horas. O éter foi evaporado e o balão com o resíduo extraído foi transferido para estufa a 105°C por uma hora. Depois foi resfriado e o peso anotado. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até que a amostra obtivesse peso constante. Os lipídios foram obtidos como o peso do resíduo restante no balão após a extração.

- Proteínas

A determinação de proteínas é baseada na determinação de nitrogênio. A determinação de nitrogênio foi feita pelo método micro Kjeldahl.

Aproximadamente 0,2 g da amostra seca foram pesadas e transferida para papel de seda onde foi embalada. As amostras foram digeridas dentro do tubo digestor com a mistura catalítica (Na_2SO_4 e CuSO_4) e ácido sulfúrico concentrado em aquecimento na chapa elétrica a 50 °C por meia hora. A cada meia hora a temperatura foi elevada em mais 50 °C até atingir 400 °C. Assim que a solução tornou-se verde e transparente, foram aquecidas por mais uma hora a 400 °C e depois resfriadas. As amostras foram neutralizadas com hidróxido de sódio e destiladas no aparelho de destilação de Kjeldahl, a amostra destilada foi recolhida em um Erlenmeyer contendo ácido bórico a 20 % e indicador misto. Depois foram tituladas com ácido clorídrico 0,1 N ($f_c=1,0236$). Um tubo branco contendo os mesmos reagentes e sofrendo o mesmo procedimento também foi titulado. Os valores obtidos foram anotados e calculados através da Equação 3 para obter a porcentagem de proteínas, considerando o fator de conversão 6,25 de acordo com a tabela de fatores de conversão de nitrogênio total em proteína.

$$\frac{V \times f_c \times 0,14 \times f}{P} = \% \text{ proteínas } (m/m) \quad (\text{Eq. 3})$$

onde,

V = diferença entre o volume de HCl utilizado na titulação da amostra e o volume de HCl utilizado na titulação do branco (mL);

f_c = fator de correção do HCl

f = fator de conversão

P = peso da amostra (g)

- Fibras e Carboidratos

A determinação da soma das fibras e carboidratos foi realizada através de cálculo, onde foi considerada a quantidade de umidade, cinzas, lipídeos e proteína. A soma da porcentagem destes elementos subtraída a 100% da amostra, resulta na concentração de fibras e carboidratos, como demonstrado na Equação 4, adaptada da resolução RDC nº360 de 2003 (ANVISA, 2011).

$$(Carboidratos + Fibras) = 100 - (Umidade + Cinzas + Lipídeos + Proteínas)$$

(Eq. 4)

- Açúcares redutores

A determinação de açúcares redutores é necessária para planejar a concentração de uso do fruto nas futuras formulações de sorvete. A concentração e natureza dos açúcares presentes influenciam a curva de congelamento dos sorvetes, sendo necessário o conhecimento de sua quantidade.

Foi realizado o método de Somogyi-Nelson sugerido por Somogyi (1952) para a determinação de açúcares redutores. Em tubo de Follin-Wu contendo 1 mL da mistura da solução I (NaHCO_3 , $\text{NaKC}_2\text{H}_4\text{O}_6$, NaCO_3 e Na_2SO_4) e II (Na_2SO_4 e $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) na proporção 4:1, foi colocado 1 mL de amostra diluída em água destilada a 150 mg/L. A diluição foi realizada com o fruto liofilizado e triturado em cápsula de porcelana. O tubo foi levado ao banho em água fervente por 10 minutos e retirado colocando em banho de água e gelo. Após o resfriamento, adicionou-se 2 mL da solução III ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{SO}_4$ e $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) e agitou-se para expulsar os gases formados. Completou-se o volume de 25mL com água destilada. Simultaneamente foi preparada uma prova em branco utilizando-se água destilada, e uma triplicata de uma solução de glicose de concentração conhecida (100mg/L) dos quais sofreram o mesmo processo que as amostras analisadas. Com o branco foi acertado o 100% na escala de transmitância do espectrofotômetro Femto 600 Plus ($\lambda = 540 \text{ nm}$) e realizada leitura. Os resultados foram obtidos a partir de uma curva padrão previamente preparada com soluções de glicose de concentração conhecida.

- Análise de textura

A análise de textura foi realizada no texturômetro TA-XT2 (Stable Micro System, Reino Unido) com Probe Compression Plate (SMS P/75) sendo efetuada uma compressão simples em velocidade de 1mm/s com 6mm de compressão. Os dados foram capturados pelo programa *Texture Expert Exceed* – versão 2.6. A análise foi realizada em 17 amostras *in natura*, 17 amostras liofilizadas e 13 amostras reidratadas. Uma amostra compreende em meia polpa de um fruto inteiro sem casca e semente.

- Análise de cor

Para a realização de análise de cor, foi utilizado o espectrofotômetro ColorQuest® XE da HunterLab® pelo sistema CIE-L*a*b* utilizando o iluminante D65 com um ângulo de observação de 10°. Foi medida a luminosidade (L*), a oposição de cores verde-vermelho (a*), e a oposição de cores amarelo-azul (b*). A análise foi conduzida em 17 amostras liofilizadas. Uma amostra compreende em meia polpa de um fruto inteiro sem casca e semente. Os valores de chroma (C*) e o ângulo de hue (h°) foram calculados segundo as Equações 5 e 6 propostas por Hunter e Harold (1987):

$$C_{ab}^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$h^o = \arctan b^*/a^* \quad (\text{Eq. 6})$$

5.2.2. Preparo das formulações de sorvetes

A metodologia de preparo e a concentração dos ingredientes das formulações dos sorvetes foram decididas após testes iniciais, levando-se em consideração metodologias e formulações de diversos outros estudos. A metodologia final utilizada é demonstrada no fluxograma da Figura 12.

Figura 12: Fluxograma de preparo das formulações.

- *Pesagem* – Todos os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica;
- *Mistura* - Para o preparo da mistura, a glicose desidratada e a sacarose foram diluídas em parte da água (aproximadamente 30 %). O leite em pó foi dissolvido no restante da água sob aquecimento, com cuidado para não ultrapassar 70 °C e a solução diluída de açúcares foi misturada ao leite em pó (fase aquosa). A gordura foi aquecida separadamente até fundir completamente e então o emulsificante foi adicionado (fase gordurosa). A fase gordurosa foi aquecida até 70 °C para auxiliar a dissolução do emulsificante. A fase aquosa foi aquecida até 70 °C e a fase gordurosa foi adicionada;
- *Pasteurização* - A mistura foi pasteurizada a 75°C por 15 minutos, pois a esta temperatura obtém-se um sorvete com melhor viscosidade, que facilita o congelamento e a estabilidade das proteínas é mantida (DOWD e ANDERSON, 1943). Deve-se tomar cuidado para que a temperatura não atinja 85 °C, pois ocorre a desnaturação das proteínas do leite (CLARKE, 2004);
- *Homogeneização* - A mistura foi mantida sob homogeneização durante todo o processo no agitador mecânico (Fisaton 713D, Brasil) a 1200 rpm. A agitação forma gotículas de gordura de tamanho mais homogêneo resultando em uma maior estabilidade dos glóbulos de gordura durante a maturação e um produto final com uma textura mais macia e uniforme (GOFF, 1997) O sistema de homogeneização e pasteurização montado pode ser observado na Figura 13;

Figura 13: Homogeneização e pasteurização das formulações.

- *Resfriamento* - A mistura foi transferida para um béquer de plástico de 10 litros e resfriada em banho de gelo sob constante agitação até 20 °C (Figura 14), para que a cristalização de parte das gotículas de gordura ocorresse de forma homogênea evitando a formação de grandes cristais, e resfriada em refrigerador até 10 °C.

Figura 14: Sistema de resfriamento das formulações.

- *Maturação* – Foi vedada com filme plástico e colocada em geladeira para ser maturada a 10 °C por 20 horas. Um tempo de maturação superior a 4 horas é recomendado antes do congelamento. Isto permite a hidratação das proteínas do leite, cristalização dos glóbulos de gordura e o rearranjo de membranas (GOFF, 1997);
- *Congelamento e Aeração* - A mistura foi congelada e aerada na produtora vertical (CONSERVEX/SKYSEN, Brasil) com um banho refrigerante a -25 °C. A mistura foi mantida sob congelamento/aeração por aproximadamente 10 minutos, até que a massa atingisse -6 °C e obtivesse uma viscosidade aparente ideal. A aparência da massa produzida momentos antes do término deste processo pode ser observada na Figura 15;

Figura 15: Massa de sorvete sendo produzida.

- *Embalagem* – O produto foi embalado e colocado para continuidade do congelamento da massa por 2 horas em um *freezer* a $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$, ocorrendo congelamento do restante da água evitando-se a formação de grandes cristais de gelo e para estabilização de todos os cristais formados durante o processo de congelamento (SUN, 2006);
- *Armazenamento* – Os sorvetes produzidos foram armazenados em um *freezer* a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.2.3. Caracterização das formulações de sorvete

- Reologia

As características reológicas das amostras foram determinadas através de testes oscilatórios. Os ensaios foram realizados em um Reômetro MARS (Haake, Alemanha) (Figura 16) à temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ para simulação da temperatura do refrigerador utilizado na maturação. Usou-se o sensor cone placa (C35/1 Ti polido), com gap de 0,024 mm. As análises foram realizadas no mínimo em triplicata, com varreduras de amplitude de tensão 0,01 - 100 Pa, com frequência constante de 1 Hz e varreduras de frequência 0,1 - 10 Hz, com tensão constante de 0,1 Pa.

Figura 16: Reômetro MARS, Haake.

As deformações microestruturais foram acompanhadas através de um sistema de microscopia óptica acoplado ao equipamento (Módulo Rheoscope) e as imagens capturadas através de uma câmera CCD. A quantidade de amostra colocada sobre a placa fixa do equipamento, suficiente para cobrir uma área de aproximadamente 2 cm². A quantidade de amostra foi padronizada com um conta-gotas plástico variando entre 5 e 7 gotas dependendo da amostra. As análises foram realizadas logo após o preparo da mistura antes do processo de maturação e 20 horas depois, após o processo de maturação.

- Determinação de *overrun*

Para a determinação do *overrun* foi pesado um volume definido da mistura após a maturação em um béquer de vidro de 10 mL, e o valor foi anotado. Logo após o congelamento e aeração do sorvete, o mesmo volume foi pesado na mesma cápsula, e o valor foi anotado. O *overrun* foi calculado através da Equação 2, proposta por Goff e Hartel (2004):

$$\% \text{ overrun} = \frac{m_{\text{mistura}} - m_{\text{sorvete}}}{m_{\text{sorvete}}} \times 100$$

(Eq. 2)

- Textura

A análise de textura das formulações foi realizada no texturômetro TA-XT2 (*Stable Micro System*, Reino Unido) com *Probe AB/E back extrusion* (pistão de diâmetro 4 cm) (Figura 17).

Figura 17: Texturômetro TA-XT2 montado para análise de compressão-extrusão.

Os testes foram realizados em triplicata para todas as formulações com uma velocidade de penetração do probe de 2 mm/s e uma distância percorrida de 15 mm.. Os dados foram capturados pelo programa Texture Expert Exceed – versão 2.6, gerando as curvas características do perfil de textura das análises determinando-se a força máxima requerida à extrusão das amostras de sorvetes de todas as formulações.

Os testes foram realizados logo após o congelamento e aeração, com a temperatura da massa de -5,5 °C. O copo utilizado no teste foi preenchido até aproximadamente 2 cm de distância do topo para todas as amostras.

- Teste de comportamento de fusão e análise de lipídeos

Será utilizada uma adaptação da metodologia proposta por Bolliger, Goff e Tharp (2000), estudando-se a correlação entre o conteúdo de gordura derretida no teste de comportamento de fusão e a formação da estrutura da fase gordurosa por coalescência parcial.

Figura 18: Teste de comportamento de fusão.

Amostras de $100 \pm 1\text{g}$ mantidas em freezer a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ foram colocadas sobre uma grade metálica durante 45 minutos à temperatura ambiente controlada ($25 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). O peso drenado foi anotado a cada 5 minutos. Após o término, a amostra restante na grade foi removida quantitativamente. Os dados obtidos foram utilizados para construir as curvas de fusão de cada formulação.

As amostras obtidas do teste de comportamento de fusão foram liofilizadas para realizar a análise de lipídeos por extração direta em Soxhlet, seguindo a metodologia descrita pela AOAC (2005). As amostras liofilizadas foram pesadas e colocadas em cartuchos feitos de papel filtro. Foi realizada a extração contínua por éter de petróleo no aparelho extrator tipo Soxhlet acoplado a um condensador de bolas durante 8 horas com uma velocidade de gotejamento de aproximadamente 5 gotas por segundo. A seguir, o éter de petróleo foi destilado e o balão com o resíduo extraído foi transferido para uma estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, até que obtivesse peso constante. O peso de cada amostra foi anotado.

5.2.4. Análise sensorial

Testes afetivos têm a finalidade de verificar a preferência geral de amostras. Para tanto, dentre os diferentes testes que compõem essa metodologia (de preferência, pareada, ordenação entre outros) escolheu-se o afetivo de aceitação global com escala hedônica estruturada de 9 pontos, a escala de intenção de compra de 5 pontos, e a de comparação pareada-preferência.

Foram efetuados dois testes no mesmo dia com os mesmos avaliadores, um para sorvetes com variação do tipo de gordura (formulações 2 e 3 da Tabela 1 do item 5.1.2.) e outro com a fruta longan (formulação da Tabela 2 do item 5.1.3.). As amostras foram preparadas segundo as boas práticas de fabricação de produtos alimentícios, nos laboratórios de Física Industrial II e Planta Piloto, do Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica-FCF/USP.

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica de Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. As duas análises foram efetuadas sequencialmente. Na primeira foram avaliadas as duas amostras elaboradas com os dois tipos de gorduras (cupuaçu e *low trans*) quanto à preferência aos atributos textura e sabor, e quanto à intenção de compra; na segunda foi avaliado o produto elaborado com a fruta longan pela escala hedônica e pela intenção de compra dos avaliadores. Os participantes provaram as amostras que foram servidas sequencialmente em blocos completos balanceados, com relação à ordem de apresentação das mesmas. As análises foram realizadas duas horas antes ou depois das refeições, períodos adequados para tal avaliação.

Os produtos foram preparados no máximo 72 horas antes dos testes e mantidos em temperatura de -20 °C até o momento de servir. Os sorvetes foram servidos em copos plásticos contendo 30 g do produto, acompanhados de colher plástica. Foi solicitado aos provadores que consumissem entre uma amostra e a seguinte água e biscoito de sabor neutro (água e sal) para diminuir a interferência de sabor entre as amostras.

Após provar cada amostra os participantes preencheram as fichas de avaliação (Anexos I e II) que foi fornecida junto com a primeira amostra.

Recrutamento dos Consumidores

Foram selecionados provadores não treinados, que se declararam consumidores de sorvetes, sendo que antes da degustação os mesmos foram instruídos a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo III), declarando-se não alérgico aos componentes das formulações, permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste.

Critérios de inclusão:

Os consumidores que foram convidados para os testes deveriam ser:

- Maior de idade (acima de 18 anos);
- De ambos os sexos;
- Não apresentar alergia aos componentes das formulações;

Foram adotados cuidados especiais para evitar que indivíduos subordinados ou diretamente ligados ao pesquisador se sentissem obrigados a participarem do estudo.

Critérios de exclusão:

Foram excluídos da seleção indivíduos que:

- Estavam em dieta especial.
- Estavam em tratamento médico.
- Desistiram da participação após o início da análise.

Casuística:

Foram recrutadas 50 pessoas para cada análise, alunos e funcionários da Universidade de São Paulo.

5.2.5. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos nas análises de textura foram estatisticamente analisados através de análise de variância ANOVA, com nível de significância de 5% calculados no programa Microsoft Excell 2007. A partir da análise de variância, a diferença entre as amostras foi determinada pelo teste de Tukey (com nível de significância de 5%). O teste de Tukey serve para comparar diversas médias entre si. A ANOVA nos diz se existe ou não diferença significativa entre as amostras. As retas médias das análises reológicas foram calculadas no programa Microsoft Excell 2007 e os gráficos elaborados no programa Origin 8.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Caracterização do fruto longan

O fruto longan foi caracterizado com a finalidade de sua utilização nas futuras formulações deste projeto.

6.1.1. *Composição centesimal*

Para que uma fruta possa ser adicionada a um produto alimentício, é necessário o conhecimento de sua composição, pois seus elementos irão influenciar e interagir com os outros ingredientes da formulação. Tendo este conhecimento, podemos ajustar a porcentagem de cada ingrediente presente na formulação de modo que a fruta não altere as características físicas do produto final.

Foi realizada a composição centesimal da fruta para caracterizar e verificar se havia diferenças significativas entre o longan cultivado no Brasil e o cultivado na Ásia, com dados obtidos na literatura. O resultado das análises da composição centesimal da fruta estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Composição centesimal em porcentagem da polpa da fruta de Longan cultivada no Brasil

%	Umidade	Cinzas	Lipídeos	Proteínas	Fibras e Carboidratos
Média	81,24	0,92	0,06	1,29	16,49
dp	0,27	0,05	0,02	0,00	-

Os resultados são para n = 2.
dp – desvio padrão

Os dados obtidos foram comparados com a composição centesimal da polpa de longan cultivada na Ásia obtidos com artigos publicados (LIMA et al., 2005; MAHATTANATAWEE et al., 2006; YANG et al., 2011) e com os valores publicados pelo banco de dados nacional de nutrientes para referência, divulgada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, apresentados no Quadro 5 (UNITED STATES..., 2010).

Quadro 5: Composição centesimal da polpa do fruto de longan cultivado na Ásia (USDA, 2010)

Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos Totais (%)	Proteína (%)	Fibras (%)	Carboidratos (%)
82,75	0,7	0,1	1,31	1,1	15,14

O fruto cultivado no Brasil apresenta grandes semelhanças de composição centesimal da fruta cultivada na Ásia quando comparados com a composição divulgada pela USDA (2010) e ao estudo realizado por Li et al. (2004 apud YANG et al, 2011) (Quadro 6).

Quadro 6: Composição centesimal da polpa do fruto de longan cultivado na Ásia (LI et al, 2004 apud YANG et al, 2011)

Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos Totais (%)	Proteína (%)	Fibras (%)	Carboidratos (%)
81,4	0,7	0,1	1,2	0,4	12,38

Apesar da análise de fibras não ter sido realizada, pode-se prever que sua concentração na fruta *in natura* deve estar entre 0,4 % e 1,0 % devido a estas semelhanças, e ao estudo realizado por Mahattanatawee et al. (2006) onde foi analisado o conteúdo de fibras do longan cultivado no sul da Flórida dos Estados Unidos encontrando uma concentração de 0,9 %.

Um estudo realizado por Lima et al. (2005) com frutos cultivados em Botucatu/São Paulo, encontrou valores de 1,38 % de lipídeos na amostra de longan seco em estufa a 60°C. A fruta analisada possui o equivalente de aproximadamente 0,3 % de lipídeos na fruta seca, valor consideravelmente mais baixo ao encontrado por Lima et al (2005).

Com estes resultados é possível caracterizar a fruta e prever as influências que terá no produto. Outros pesquisadores relatam sua grande concentração de carboidratos (LIMA et al, 2005; MAHATTANATAWEE et al., 2006; YANG et al, 2011), o que foi confirmado neste estudo. Por ter uma grande quantidade de carboidratos, podemos propor uma diminuição da adição de sacarose na formulação de sorvetes, quando o longan for utilizado nas formulações.

6.1.2. Açúcares Redutores

Diversos autores consideram que o longan se compara às frutas com maior teor de açúcar, com valores ao redor de 11 %, teor semelhante ao da lichia, manga e da banana, que estão entre as frutas com teor de açúcar mais alto. Os valores de sólidos solúveis variam em torno de 16 a 25 °Brix para o fruto maduro (WALL, 2006; LIMA et al, 2005; MACHADO et al., 2010; VARITH et al., 2007).

Os resultados em porcentagem de açúcares redutores dos frutos de longan liofilizado estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Porcentagem de açúcares redutores do fruto longan liofilizado.

% Açúcares redutores	Longan liofilizado	
	Média	dp
	21,32	1,63
dp – desvio padrão		

O produto liofilizado apresenta $21,32 \pm 1,63$ % de açúcares redutores que, como relatam outros estudos, este conteúdo é representado por glicose, xilose e frutose (CHANG et al., 1998). Este valor é o equivalente a 3,7 % na fruta fresca, tendo um conteúdo semelhante ao da lichia quando comparados com o teor de açúcares redutores encontrado por Ghaffoor et al. (1999) de 4,47 - 6,92 %. Estes são semelhantes aos relatados para fruta fresca por Li et al (2004 apud YANG et al, 2011) de 3,85 % e por Machado et al. (2010) de 4,13 %. Lima et al. (2005) encontraram um teor de 50,65 % de açúcares redutores totais no fruto fresco, valor consideravelmente mais alto que o encontrado nas amostras analisadas neste trabalho. Tanto as amostras utilizadas neste estudo como as duas últimas foram cultivadas no Estado de São Paulo.

Tendo conhecimento da composição centesimal e do teor de açúcares redutores, é possível calcular uma concentração aproximada de uso em formulações de sorvete, e a concentração de açúcar adicionado na formulação que poderá ser reduzida.

6.1.3. Análise de Textura

Com os resultados da textura apresentados na Figura 19 pode-se observar que o fruto liofilizado possui uma textura mais firme ($19,35 \pm 6,13$ N) que o hidratado ($1,23 \pm 0,46$ N) que mantém uma textura similar ao da fruta *in natura* ($4,65 \pm 2,60$ N).

Figura 19: Valores médios e desvio padrão obtidos na análise de textura da fruta de longan *in natura*, liofilizada e reidratada.

O fruto não recupera totalmente sua maciez ao ser reidratado. Durante o experimento, foi possível perceber que a textura do fruto liofilizado varia de acordo com seu tamanho e formato, conforme esperado. Isto deve ser levado em consideração no caso de ser utilizado em formulações inteiro e não na forma de pó.

6.1.4. Análise de Cor

Os resultados da análise de cor estão apresentados na Tabela 5. Pode-se observar que após a liofilização o fruto possui uma coloração levemente amarelada já que o parâmetro b^* possui um valor positivo, também o fruto apresenta uma alta luminosidade, pois o parâmetro L^* possui um valor elevado. O parâmetro a^* não apresentou grande influência na cor do produto estando os valores próximos de zero. Sua coloração apresenta vantagens no uso nas formulações deste projeto que são sabor leite, pois não irá influenciar muito na coloração final dos produtos.

Tabela 5: Média e desvios padrão dos valores obtidos na análise de cor da fruta do Longan liofilizado.

Análise de Cor	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
Média	83,85	-2,93	27,28	27,46	96,24
Desvio Padrão	2,48	1,00	1,93	1,86	2,38

O produto liofilizado apresenta uma coloração mais clara e amarelada que da lichia quando comparando os resultados de cor obtidos por Mclauchlan, Mitchell et al. (1992) que analisou a polpa de frutos de lichia frescos obtendo valores de $L=77,8$; $a=5,9$ e $b=7,5$. A obtenção do fruto com uma coloração clara e semelhante ao produto *in natura* apresenta grandes vantagens ao método de secagem em estufa para a conservação da fruta, pois ao secar em estufa o fruto adquire uma coloração muito escura como pode ser observado nos frutos secos vendidos comercialmente (Figura 20) quando comparado ao fruto liofilizado (Figura 21).

Figura 20: Longan seco comercial obtido por secagem em estufa

Figura 21: Longan liofilizado comercial

O escurecimento da fruta também foi observado ao realizar a determinação de umidade, onde a fruta foi colocada em estufa a 105 °C e após o processo de secagem apresentou uma coloração escura. Este efeito também foi estudado por CHANG et al. (1998) que relata um escurecimento da fruta na secagem em estufa à 70 °C por 36 horas. No estudo foram realizadas avaliações de cor pelo sistema Hunter L, a, b de seis em seis horas durante todo o processo, observando uma queda linear no parâmetro L e no parâmetro b, e um aumento linear no parâmetro a, conforme o tempo de secagem. Os autores discutiram que o escurecimento pode ser devido à reação de Maillard, com a qual a glicose da fruta estaria sendo utilizada para a reação já que no mesmo estudo também foi avaliada a concentração de açúcares livres, observando-se uma queda de glicose durante o processo. A liofilização apresenta vantagens já que a reação de Maillard não ocorre fazendo com que não haja perda de glicose nem o escurecimento da fruta. A perda de glicose influencia no sabor da fruta e em sua utilização em formulações de alimentos. Sem o escurecimento sua utilização irá influenciar muito pouco no sabor e na cor do produto final.

6.2. Caracterização das formulações de sorvete

6.2.1. *Reologia*

Diferente de testes reológicos contínuos, nos de reologia oscilatória a deformação é pequena, mantendo a estrutura do alimento intacta. Tanto parâmetros viscosos como elásticos podem ser medidos simultaneamente (CLARKE, 2004). Nos ensaios de varredura de tensão é possível analisar os módulos elástico (G') e viscoso (G'') como uma função do aumento de tensão, sob uma frequência constante. Com este teste é possível determinar a região de viscoelasticidade linear (RVL) que determina o ponto onde o material mantém sua estrutura, bem como as características viscoelásticas, independentemente da força de tensão aplicada ao produto. Através deste ensaio também é possível observar o módulo de perda ($\tan \delta$) resultante da razão entre os módulos G''/G' (SCRAMM, 2006; SILVA JUNIOR, 2008). Os resultados obtidos na varredura de tensão das três formulações antes da maturação podem ser observados na Figura 22.

Todas as amostras demonstraram um comportamento elástico predominante ao viscoso ($G' > G''$) dentro de sua região de viscoelasticidade linear. Ao sair da RVL ocorre a inversão dos módulos com predominância do módulo viscoso, demonstrando que houve mudança no comportamento estrutural.

As formulações produzidas com gordura hidrogenada e *low trans*, apresentaram curvas semelhantes até a RVL indicando um comportamento estrutural similar. A estrutura das formulações produzidas com estas gorduras suportam uma tensão de até aproximadamente 1,0 Pa. A formulação produzida com gordura de palma demonstrou valores de G' e G'' mais baixos quando comparado com as outras gorduras. Ela também demonstrou sofrer alterações estruturais a uma tensão mais baixa, ocorrendo a inversão de módulos por volta de 0,5 Pa.

O mesmo resultado foi encontrado por Silva Junior (2008), onde realizou ensaios de reologia oscilatória em misturas de formulações de sorvete de chocolate e, ao comparar as misturas produzidas com gordura de palma (Agropalma 370 S) com aquelas produzidas com gordura vegetal hidrogenada (Glaze – Cargill), obteve

valores dos módulos de G' e G'' menores para a de palma, e uma menor RVL. No trabalho, foi sugerido que os glóbulos de gordura sofriam menor desestabilização da superfície da membrana pela ação do emulsificante quando comparada com a utilização de gordura vegetal hidrogenada.

Figura 22: Ensaio de varredura de tensão para as quatro formulações antes da maturação.

O efeito da tensão sobre a estrutura das formulações está representado na Figura 23. Pela figura é possível observar que a alteração estrutural para a formulação com gordura de palma a uma tensão de 1 Pa não pode ser notada visualmente já que através da microscopia, todas as formulações parecem não sofrer alterações entre 0,1 e 1 Pa. A microscopia das formulações produzidas com gordura hidrogenada, low trans e de palma apresentam estruturas semelhantes e a formulação com gordura de cupuaçu apresenta uma leve diferença visualmente.

Figura 23: Microscopia das formulações sob diferentes tensões - F1= Formulação com gordura hydrogenada; F2= Formulação com gordura *low trans*; F3= Formulação com gordura de palma; F4= Formulação com gordura de cupuaçu (Aumento 20x).

A maior RVL observada nas formulações de gordura hidrogenada e *low trans* também poderia ser explicada devido ao seu tipo de cristalização β' , que forma pequenos cristais. A gordura hidrogenada particularmente favorece a ocorrência de cristais do tipo β' , devido ao seu conteúdo de ácidos graxos *trans*. A presença de uma porcentagem do isômero *trans* afeta a cinética de cristalização da gordura, onde auxilia e direciona a formação de cristais na forma β' mesmo que a tendência natural de cristalização da gordura seja β (WASSELL & YOUNG, 2007). A presença de cristais β' levam a uma maior viscoelasticidade no produto já que cristais menores permitem uma maior incorporação de óleo líquido, aumentando a elasticidade do produto (ROUSSEAU, 2000).

A gordura de palma demonstra polimorfismo no seu perfil de cristalização (O'BRIEN, 2004; PATRICK & PAUL, 2008), sendo possível que no momento da maturação houvesse uma mistura de cristais na forma α , β' e β . Ghotra et al. (2002) também notou que apesar do óleo de palma ter uma tendência a cristalização β' , um resfriamento lento da gordura resulta na formação de cristais na forma β . Os cristais da gordura de palma também tem uma tendência a se aglomerar e a formar grandes cristais arredondados ou esféricos, o que reduz a interação da fração líquida com os cristais formados (ZALIHA et al., 2004), diminuindo sua plasticidade. Chen et al. (2002) estudou a isoterma da cinética de cristalização da gordura de palma refinada e observou inicialmente a formação de cristais na forma α , cristais arredondados geralmente maiores que as formas β' e β , seguida pela formação de cristais em formato de agulha na forma β' onde sua nucleação ocorria na superfície dos cristais α , formando estes grandes cristais arredondados. Assim como cristais menores da gordura hidrogenada levam a uma maior interação e uma maior RVL, os cristais grandes levam a uma menor interação. Por estes motivos a gordura de palma apresenta uma menor RVL. A gordura de palma apresentou valores do fator de perda ($\tan \delta$) mais altos que as outras formulações, indicando uma relação entre os módulos elástico e viscoso mais próxima.

A gordura de cupuaçu apresenta um perfil de cristalização polimórfica semelhante à da gordura de cacau. Desta forma teríamos uma grande presença de cristais na forma β (LANNES, 2003). Geralmente cristais na forma β possuem um tamanho maior que os cristais β' da gordura hidrogenada, levando a uma menor área de superfície e uma menor interação entre partículas (ROUSSEAU, 2000). Os

cristais β da gordura de cupuaçu devem ser menores que os aglomerados de cristais da gordura de palma e maiores que os cristais da gordura hidrogenada, o que explicaria a RVL intermediária entre as formulações com gordura hidrogenada e de palma.

Os resultados obtidos na varredura de tensão das três formulações após a maturação podem ser observados na Figura 24.

Figura 24: Ensaio de varredura de tensão para as quatro formulações após a maturação.

Após a maturação, as três formulações mantiveram as características de prevalência do módulo elástico sobre o viscoso, assim como observado por Bazmi et al. (2008) para formulações de sorvete produzidos com gordura de leite.

A mistura de sorvete com gordura hidrogenada apresentou maiores valores do módulo G' e menores valores de fator de perda, assim como uma maior RVL. Geralmente, uma maior RVL indica uma dispersão estável e pouco floculada (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2005). Isto indica que após a maturação,

formulações com gordura hidrogenada demonstram um produto rígido e bem estruturado como foi observado por Granger et al. (2004). As formulações com gordura hidrogenada, gordura *low trans* e gordura de cupuaçu apresentaram valores do fator de perda ($\tan \delta$) maiores após a maturação (Figura 25) indicando que a proporção entre os módulos elástico e viscoso diminuiu.

Figura 25: Ensaio de varredura de tensão antes e depois da maturação para a formulação com gordura hidrogenada.

Para a formulação com gordura de palma os módulos elástico e viscoso não apresentaram grandes mudanças após o processo de maturação (Figura 26), indicando que o processo não foi suficiente para que ocorresse mudança na estrutura do produto. A gordura de palma apresenta um perfil de cristalização mais lento, responsável pelo fenômeno de *post-hardening* típico de produtos produzidos com um alto teor desta gordura (SIEW & NG, 1999; RAJAH, 2002; LAI, 2005), efeito que é potencializado quando a gordura de palma forma emulsões do tipo O/A, onde

ela se encontra na fase dispersa (RAJAH, 2002), sendo que ela necessita de um tempo maior de maturação que as outras formulações para que ocorra a cristalização da gordura. Os motivos pelo qual esta lenta cristalização ocorre não estão bem esclarecidos. Uma das teorias responsabiliza este efeito pela alta concentração de triacilgliceróis POP (palmítico-oléico-palmítico) (RAJAH, 2002), seu conteúdo de diacilgliceróis, que pode variar entre 4 e 7,5% e a alta porcentagem de triacilgliceróis simétricos SIS (saturado-insaturado-saturado), também podem ser responsáveis pelo fenômeno, já que diacilgliceróis tem um potencial inibitório para a cristalização da gordura de palma e os triacilgliceróis SIS retardam a transição de cristais da forma α para a β' , fato que é confirmado ao observar que a gordura de palma hidrogenada não apresenta esta característica de cristalização lenta (SIEW & NG, 1999; O'BRIEN, 2004).

Figura 26: Ensaio de varredura de tensão antes e depois da maturação para a formulação com gordura de palma.

Da mesma forma, os maiores valores observados para a formulação de gordura hydrogenada podem ser atribuídos a uma cristalização mais rápida devido à presença de ácidos graxos *trans* que tendem a cristalizar mais rapidamente que o isômero *cis*, explicando a diferença encontrada nos valores da gordura *low trans* após o processo de maturação (DEGRAEF et al., 2007).

O ensaio de varredura de frequência é uma das análises de reologia oscilatória mais comuns, pois demonstram como o comportamento elástico e viscoso de um material varia com as taxas de aplicação de deformação e tensão. Durante o teste, a frequência é aumentada ou diminuída enquanto a tensão se mantém constante. Através deste ensaio, também é possível analisar a viscosidade complexa em função da frequência. A viscosidade complexa descreve a resistência total ao cisalhamento dinâmico (SCHRAMM, 2006)

Os resultados obtidos na varredura de frequência das três formulações antes da maturação podem ser observados na Figura 27.

Figura 27: Ensaio de varredura de frequência para as quatro formulações antes da maturação.

A uma tensão de 0,1 Pa, todas as amostras demonstraram estabilidade estrutural estando dentro da RVL, portanto as varreduras de frequência foram realizadas neste valor de tensão. Observa-se a proximidade dos resultados das formulações com gordura *low trans* e de cupuaçu.

Todas as formulações apresentam uma queda na curva de viscosidade complexa e um aumento nos módulos elástico e viscoso proporcional ao aumento da frequência dentro dos parâmetros testados (Figura 27). Isto indica uma dependência dos módulos com a frequência, demonstrando uma característica de um material viscoelástico (ADAPA et al., 2000). Este comportamento é típico de materiais pseudoplásticos onde, sob uma tensão de cisalhamento, suas moléculas tendem a se orientar na direção da força aplicada (HOLDSWORTH, 1971; SCHRAMM, 2006).

A presença de pequenos flocos de gordura é responsável pela resistência ao escoamento a baixas tensões de cisalhamento (BAZMI et al., 2008). Estas aglomerações dos glóbulos de gordura podem ser observadas na Figura 28 onde é possível observar diversos cristais de gordura aglomerados formando um glóbulo maior.

Figura 28: Aglomeração de glóbulos de gordura.

Entre as formulações analisadas, a que continha gordura hidrogenada apresentou os maiores valores de viscosidade complexa (Figura 27). O fato observado pode ser atribuído aos cristais β' , que levam a uma maior viscosidade devido ao seu tamanho reduzido e maior superfície de contato (ROUSSEAU, 2000).

A gordura de palma apesar de possuir predominantemente cristais β' , também apresenta cristais na forma α e β pelo seu polimorfismo. Sua cristalização lenta pode ser responsável pela presença de cristais na forma α após a maturação (O'BRIEN, 2004), menores que a forma β' e β . Como visto anteriormente, o fato de seus cristais aglomerarem e formarem grandes cristais arredondados com o resfriamento; levaria a uma menor interação entre partículas, obtendo uma viscosidade menor do que a observada na gordura hidrogenada. A frequências menores que 0,2 Hz, o módulo G'' apresenta-se maior que o módulo G' e, por volta de 0,2-0,3 Hz, ocorre um *crossover* onde o módulo G' passa a ser predominante ao módulo G'' . Este ponto de *crossover* representa a transição do produto de um comportamento de um material predominantemente viscoso a baixas frequências para um material predominantemente elástico a altas frequências. Também demonstra que o módulo G' possui uma taxa de crescimento mais rápida que o G'' (ADAPA et al., 2000).

A formulação com gordura de cupuaçu também apresentou valores de viscosidade menores quando comparada com as formulações com gordura hidrogenada e *low trans*, e maiores quando comparada com a formulação com gordura de palma. Seu perfil de cristalização β também poderia explicar o caso por ser maior que os cristais β' e menor que os cristais da gordura de palma. Lembrando que cristais menores permitem uma melhor interação entre partículas, aumentando a viscosidade do produto (ROUSSEAU, 2000). O perfil de ácidos graxos da gordura de palma e gordura de cupuaçu também poderiam explicar a menor viscosidade da gordura de palma, pois quanto maior a molécula de uma gordura ou óleo, maior é sua viscosidade, sendo que a alta concentração de ácido esteárico (18:0) da gordura de cupuaçu levaria a uma maior viscosidade em comparação com o ácido palmítico da gordura de palma (16:0) (LANNES et al., 2004).

Como pode ser observado na Figura 29, após a maturação, as amostras mantêm o comportamento pseudoplástico. Após o período de maturação, os módulos elástico e viscoso das formulações com gordura hidrogenada, *low trans* e de cupuaçu apresentaram uma queda, aproximando os módulos. Isto indica que após a maturação, a estrutura das formulações possui maior fragilidade sob tensão. O que poderia explicar este efeito é a desestabilização da membrana interfacial das gotículas de gordura pela ação do emulsificante; que é um dos processos que ocorrem durante a maturação. Como foi explicado anteriormente, durante a

maturação os emulsificantes mono e diacilgliceróis cristalizam, tornando-os mais hidrofóbicos e posicionando-se na membrana das gotículas de gordura no lugar das proteínas do leite. Esta nova membrana formada é mais instável à agitação, desestabilizando as gotículas de gordura e, conseqüentemente, a estrutura da mistura. Isto é um processo favorável, pois aperfeiçoa a coalescência parcial, estabilizando as bolhas de ar no momento da aeração.

Figura 29: Ensaio de varredura de frequência para as quatro formulações após a maturação.

A formulação com gordura hidrogenada apresentou as maiores mudanças de parâmetros após a maturação e a de palma apresentou as menores mudanças de parâmetros. Este fato reforça a teoria de que a gordura de palma sofre menor desestabilização da membrana. A gordura de palma apresenta grande quantidade de ácido palmítico (16:0) que varia de 35 a 47 % (LAI, 2005). Esta alta porcentagem de ácidos graxos saturados é desvantajosa para a desestabilização dos glóbulos de

gordura, pois quanto mais insaturada e quanto mais longa são as cadeias da gordura vegetal utilizada na formulação, mais pronunciada será a desestabilização de gordura. Além disso, emulsificantes mono e diacilgliceróis podem interagir melhor através da região hidrofóbica das moléculas (GRANGER et al., 2004), onde a gordura de palma apresenta regiões hidrofóbicas menores quando comparada com outras gorduras vegetais utilizadas na gordura hidrogenada. Granger et al. (2005) também notou maior desestabilização dos glóbulos de gordura por parte de emulsificantes monoacilgliceróis poli-insaturados com gorduras de cadeia longa e insaturadas. Um estudo conduzido por Bazmi et al. (2006) observou que quanto mais tempo formulações de sorvete com gordura de leite eram maturadas a 4 °C, sua estrutura tornava-se mais sensível à tensões aplicadas. No estudo foram comparados sorvetes produzidos com diferentes frações da gordura do leite sendo que a oleína (fração líquida) foi a fração que mais sofreu esta desestabilização ao processo de maturação. O efeito de desestabilização aparenta ser mais significativo em emulsões contendo triacilgliceróis com menor proporção de gordura saturada. Os resultados obtidos por Silva Junior & Lannes (2011) e Granger et al. (2005) confirmam os resultados obtidos aqui, demonstrando que a gordura de palma apresenta menor desestabilização dos glóbulos de gordura por parte dos emulsificantes, provavelmente devido ao seu conteúdo de ácidos graxos saturados.

6.2.2. Cálculo de *Overrun*

O cálculo de *overrun* nos permite avaliar a quantidade de ar incorporada na massa de sorvete após o seu processamento, característica que depende da rede de gordura, proteínas do leite, emulsificantes e cristais de gelo. A estrutura da rede de gordura parcialmente coalescida está diretamente ligada à estabilização do ar incorporado na formulação. Os valores calculados de *overrun* das formulações podem ser observados na Figura 30.

Figura 30: Valores de *overrun* obtidos para as formulações com diferentes tipos de gorduras.

Os maiores valores de *overrun* foram observados nas formulações produzidas com gordura de cupuaçu e hidrogenada, seguida da de palma e com *low trans* resultando em uma menor incorporação de ar. Na gordura de palma, a menor desestabilização dos glóbulos de gordura dificultaria a formação da rede de gordura resultando em uma baixa estabilização das bolhas de ar.

É importante lembrar que a coalescência parcial não depende apenas da desestabilização dos glóbulos de gordura. Por isso, apesar da gordura *low trans* apresentar melhor resposta ao processo de maturação que a gordura de palma de acordo com os resultados dos ensaios reológicos, a incorporação de ar foi mais baixa que a formulação com gordura de palma. A desestabilização da membrana da gordura é um dos principais fatores na formação da rede parcialmente coalescida, porém não é o único fator determinante. O estudo de Sung e Goff (2010) analisou sorvetes com diferentes porcentagens de gordura sólida e notou que um valor de aproximadamente 55% de gordura sólida a 5°C era melhor para a desestabilização de gordura que um valor de 60-70% porém, o *overrun* era menor. Isto poderia ser devido ao umedecimento e espalhamento do óleo líquido no momento do congelamento e aeração. Ele propõe uma fração ideal de 2/3 de gordura sólida a 5°C para a estrutura de rede de gordura parcialmente coalescida. Os resultados encontrados concordam com os de Sung e Goff, onde de acordo com a ficha técnica

da gordura *low trans* (Anexo V) e da gordura de palma (Anexo VI), a gordura *low trans* teria uma concentração de sólidos menor que a de palma a 5°C, obtendo um menor *overrun*.

6.2.3. Análise de Textura

Foi determinada a máxima força de compressão requerida para a extrusão da amostra. Uma típica curva obtida nas análises de compressão-extrusão (formulação com gordura *low trans*) é demonstrada na Figura 31.

Figura 31: Curva típica obtida nas análises de textura (Formulação com gordura *low trans*)

Os resultados obtidos nas análises de textura, para as amostras elaboradas com variação no tipo de gordura utilizada, podem ser observados na Figura 32.

Figura 32: Resultados das análises de textura de sorvetes com diferentes tipos de gordura.

* Letras iguais indicam valores que não diferem estatisticamente ($\alpha = 0,05$);

Letras diferentes indicam valores que diferem estatisticamente ($\alpha = 0,05$)

Segundo os dados de análise ANOVA ($\alpha = 0,05$), pode-se concluir que para a força máxima como o valor observado foi maior que o valor crítico, as médias das amostras são significativamente diferentes entre si. De acordo com os resultados, a formulação produzida com gordura de cupuaçu apresenta uma força máxima necessária para extrusão menor que as demais formulações, seguida pela gordura hidrogenada. Isto indica que no momento do término do processo de congelamento/aeração a formulação com gordura de cupuaçu apresentou uma massa mais macia e as formulações de palma e gordura *low trans* apresentam uma massa mais firme.

A textura firme observada na formulação de gordura de palma pode ser explicada pela formação de cristais que tendem a aglomerar durante o resfriamento resultando em grandes cristais esféricos (ZALIHA et al., 2004).

O baixo valor de *overrun* apresentado pela formulação de gordura *low trans* poderia explicar a maior firmeza encontrada para o sorvete produzido com esta gordura, pois, como foi observado por Sofjan et al. (2004), uma diminuição no *overrun* causa um aumento na firmeza de sorvetes. E ao comparar os resultados dos valores de textura e *overrun* obtidos, é possível notar que o *overrun* é inversamente proporcional à força máxima de extrusão das amostras (Figura 33). A

indústria de gorduras vem trabalhando no desenvolvimento de formulações de gordura *low trans* que possuam o mesmo desempenho tecnológico que a gordura hidrogenada.

Figura 33: Relação entre força máxima e overrun das formulações com diferentes tipos de gordura.

6.2.4. Comportamento de fusão e análise de lipídeos

O comportamento de fusão e retenção da forma durante o derretimento de sorvetes talvez seja o método de observação mais significativo na avaliação do desenvolvimento da rede de gordura. A agregação dos glóbulos de gordura por coalescência parcial durante a fase de congelamento parece ser o maior contribuinte para a resistência ao derretimento (MUSE e HARTEL, 2004; GRANGER et al., 2004; SUNG e GOFF, 2010). Bollinger et al. (2000) estudou diversos parâmetros que influenciam a coalescência parcial e encontrou uma boa correlação entre o perfil de derretimento e a aglomeração dos glóbulos de gordura.

As curvas de fusão das formulações podem ser observadas na Figura 34. A formulação contendo gordura de cupuaçu apresentou a menor taxa de derretimento, seguida pelas gorduras hidrogenada, *low trans* e de palma.

Figura 34: Curvas de comportamento de fusão das formulações com diferentes tipos de gordura.

A menor taxa de derretimento da formulação com gordura de cupuaçu pode estar relacionada a uma rede de gordura bem formada, já que junto com a gordura hidrogenada ela apresentou as melhores respostas do processo de maturação e incorporação de ar. Conforme os cristais de gelo derretem e a estrutura do sorvete entra em colapso, é esperado que a rede de gordura parcialmente coalescida mantenha a forma original do sorvete durante e após o derretimento dos cristais (BOLLINGER et al., 2000). Koxholt et al. (2001) estudou o comportamento de derretimento de sorvetes e observou que a agregação dos glóbulos de gordura no momento do congelamento era o parâmetro decisivo na diferença entre as taxas encontradas. A agregação leva à resistência ao derretimento.

Um aumento na coalescência parcial pode ser observado com um aumento na emulsificação e uma subsequente diminuição da taxa de derretimento (BOLLINGER et al., 2000). Pequenos cristais são ideais para a formação da emulsão (ROUSSEAU, 2000). Como visto anteriormente, a gordura de palma pelo

perfil de cristalização possui cristais grandes e arredondados, o que levariam a uma maior velocidade de derretimento.

Os resultados da análise de lipídeos apresentaram as formulações com gordura hidrogenada e de cupuaçu tendo maior retenção de lipídeos na grade, e a de gordura *low trans* e de palma tendo maior concentração de lipídeos na porção derretida (Tabela 6).

Tabela 6: Porcentagem de lipídeos retidos no comportamento de fusão

% Lipídeos	Hidrogenada	Low Trans	Palma	Cupuaçu
Grade	56,43	51,11	50,99	56,12
Gotejado	43,57	48,89	49,01	43,88

Quando glóbulos e aglomerados de gordura alcançam tamanhos na faixa da lamela entre as bolhas de ar, a drenagem do soro durante o derretimento é bloqueada. Além disso, ligações são formadas entre as bolhas de ar que levam a uma matriz mecanicamente estável. Glóbulos e aglomerados de gordura menores que esta lamela fluem através da estrutura do sorvete junto da matriz derretida (Koxholt et al., 2001). Tendo a gordura de cupuaçu e hidrogenada apresentado uma maior retenção de lipídeos, sugere-se que estas formulações tenham formado uma boa rede de gordura. As formulações com gordura *low trans* e de palma teriam formado uma rede menor em comparação com as outras duas devido à baixa coalescência parcial.

A taxa de derretimento depende também da curva do conteúdo de gorduras sólidas onde um alto conteúdo de gordura sólida diminui a taxa (GOFF, 2002). A gordura de palma pode ter apresentado uma maior taxa de derretimento devido ao seu conteúdo de gordura sólida à temperatura ambiente analisada ($25 \pm 0,5$ °C), que como pode ser observado nas curvas da Figura 35, obtida através dos dados fornecidos pelos laudos de qualidade de cada gordura comercial utilizada (Anexos IV, V e VI) e pelos dados obtidos através do estudo realizado por Silva et al. (2009), a gordura de palma apresenta uma concentração de sólidos mais baixa quando comparada às outras gorduras, indicando uma maior porção de gordura líquida, assim como a gordura de cupuaçu apresenta uma concentração de sólidos mais

alta, obtendo a maior resistência ao derretimento. Desta forma, apesar da formulação com gordura de cupuaçu ter formado uma estrutura semelhante à da gordura hidrogenada, seu conteúdo de gorduras sólidas seria responsável pela menor taxa de derretimento.

Figura 35: Conteúdo de gordura sólida das gorduras utilizadas (Anexos IV, V e VI; SILVA et al., 2009)

6.3. Análise Sensorial

6.3.1. Teste de comparação pareada

Com os resultados da análise de textura das amostras preparadas, foi decidido analisar sensorialmente se havia diferença na textura e sabor dos sorvetes produzidos com gordura de cupuaçu e gordura hidrogenada.

O teste de comparação pareada é um dos testes discriminativos mais empregados na análise sensorial. É um teste de escolha forçada que permite avaliar se diferenças entre produtos que foram observadas através de testes mecânicos são perceptíveis sensorialmente.

No teste, os avaliadores escolheram qual amostra apresentava melhor textura e qual possuía melhor sabor. Os resultados podem ser observados nas Figuras 36 e 37.

Figura 36: Teste de comparação pareada para o atributo textura das formulações preparadas com gordura vegetal hidrogenada e de cupuaçu.

Figura 37: Teste de comparação pareada para o atributo sabor das formulações preparadas com gordura vegetal hidrogenada e de cupuaçu.

Dos 50 avaliadores, a preferência quanto ao atributo sabor foi dividida entre as duas amostras testadas. Para o atributo textura, 28 dos 50 avaliadores demonstraram preferência para a formulação preparada com gordura de cupuaçu. De acordo com a tabela para o teste de comparação pareada (INSTITUTO ADOLFO

LUTZ, 2005), este valor não apresenta diferença significativa para um nível de probabilidade de 5%. Apesar da análise de textura ter apresentado a formulação produzida com gordura de cupuaçu sendo mais macia que a produzida com gordura vegetal hidrogenada, não foi observada diferença significativa na análise sensorial provavelmente pelo painel de avaliadores utilizado serem indivíduos não-treinados. A gordura de cupuaçu demonstrou substituir a gordura hidrogenada sem alterar a textura ou o sabor do sorvete.

Os avaliadores também assinalaram uma escala de intenção de compra de 5 pontos que varia de “Certamente compraria” (5) para “Certamente não compraria” (1) com um ponto intermediário “Talvez comprasse, talvez não comprasse” (3). Os resultados estão apresentados na Figura 38.

Figura 38: Intenção de compra para amostras de sorvetes preparados com gordura vegetal hidrogenada e de cupuaçu.

As amostras tiveram boa aceitação onde mais da metade dos avaliadores demonstraram interesse de compra para ambos os produtos e apenas 16% dos avaliadores não comprariam o produto. Os comentários mais comuns sobre o que os avaliadores mais gostaram foram o sabor suave e a textura dos produtos. Curiosamente o comentário mais comum sobre os que menos gostaram do produto também foi o sabor suave demais.

O sorvete produzido com gordura de cupuaçu substituiu aquele com gordura hidrogenada sem apresentar qualquer alteração sensorial já que obteve os mesmos resultados de textura, sabor e aceitação que a gordura hidrogenada.

6.3.2. Teste afetivo de aceitação para sorvete de longan.

Após caracterizar e avaliar o melhor método de utilização da fruta longan para produtos alimentícios foi desenvolvido um sorvete de longan com redução da adição de sacarose. O produto foi analisado sensorialmente quanto à aceitação do público ao novo sabor através da escala hedônica de 9 pontos. Os resultados estão apresentados na Figura 39.

Figura 39: Teste de aceitação do sorvete de longan pela escala hedônica.

O produto teve alta aceitação pelos avaliadores com apenas 4% tendo a avaliação negativa de “Desgostei ligeiramente” (4), e outros 4% avaliando como “Não gostei, nem desgostei” (5). Os outros 92% dos avaliadores demonstraram ter gostado do produto. Os comentários mais comuns foram quanto ao “Sabor exótico”

e diferente. Alguns avaliadores comentaram que o sorvete estava “um pouco doce demais” mesmo com a redução na adição de sacarose; o que demonstra o poder de dulçor da fruta.

Os avaliadores também foram questionados quanto à intenção de compra do produto, seguindo a escala de 5 pontos como no teste anterior. Os resultados estão apresentados na Figura 40.

Figura 40: Intenção de compra para o sorvete de longan.

Apenas 12% dos avaliadores não demonstraram intenção de compra com “Provavelmente não compraria” (2), 42% demonstraram dúvida com “Talvez comprasse, talvez não comprasse” (3) e 46% demonstraram intenção de compra do produto. Novamente o comentário do que mais gostaram no produto foi da textura e sabor diferenciado do produto.

7. CONCLUSÃO

As avaliações efetuadas com o fruto longan liofilizado tiveram a intenção de verificar algumas diferenças básicas entre amostras liofilizadas e reidratadas para aplicação em formulações alimentícias, devido à sazonalidade específica do fruto. Os resultados mostraram mínimos danos de coloração e perda de atividade no fruto, bem como velocidade rápida de reidratação para manutenção da textura original, sendo vantajoso o uso do fruto liofilizado. O fruto produzido em São Paulo e adquirido no bairro da Liberdade não apresentou grandes diferenças de composição nutricional quando comparado ao fruto produzido na Ásia.

Com os ensaios reológicos nas misturas foi possível estudar a influência do tipo de gordura na formação da estrutura do sorvete e no processo de maturação da mistura. A formulação produzida com gordura de cupuaçu apresentou um perfil semelhante ao da gordura hydrogenada. A formulação com gordura de palma apresentou as maiores diferenças entre as formulações, provavelmente pelo seu perfil de cristalização e por sofrer menor desestabilização da membrana dos glóbulos de gordura por parte do emulsificante.

As análises de textura e *overrun* demonstraram que a formulação produzida com gordura de cupuaçu apresenta menor firmeza e maior *overrun*, quando comparada com as outras formulações. O perfil de derretimento também apresentou os melhores resultados para a gordura de cupuaçu e piores para a gordura de palma. Sensorialmente as formulações com gordura de cupuaçu e gordura vegetal hydrogenada não demonstraram diferença na textura e no sabor. Com isso, a gordura de cupuaçu demonstrou-se efetiva como substituto para o uso de gordura vegetal hydrogenada em sorvetes.

A alta concentração de açúcares no fruto longan permitiu a produção de um sorvete com redução de 25% da adição de sacarose. O produto apresentou boa aceitação e intenção de compra pelos avaliadores da análise sensorial demonstrando que o fruto tem grande potencial para ser aplicado em produtos alimentícios.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE SORVETES. **Produção e consumo de sorvetes no Brasil**. Disponível em: http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html. Acesso em: 12 out. 2011.

ADAPA, S.; DINGELDEIN, H.; SCHMIDT, K.A.; HERALD, T.J. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.10, p.2224-2229, 2000.

AFOAKWA, E.O. **Chocolate science and technology**. 2.ed. Chichester: John Wiley, 2010. 291p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.360, de 23 de dezembro de 2003**. Informação nutricional. Brasília: Ministério da saúde, 2003. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360_03rdc.htm# Acesso em: 27 Maio 2011.

AGROPALMA. Site oficial da Agropalma. Disponível em: <http://www.agropalma.com.br/produtos.asp>. Acesso em: 11 set. 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis A.O.A.C.** 16.ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2005. p.763-776.

BAZMI A.; LAUNAY, B.; CUVELIER, G.; DUQUENOY, A.; SOMMIER, A.; RELKIN, P. Effect of ageing time at 4°C on rheological and structural properties of ice cream mix models: impact of milk fat composition. **4th International Symposium Of Food Rheology And Structure Congress**, Zurich, 2006. Zurich, 2006. p.189-193.

BAZMI, A.L.I.; LAUNAY, B.; CUVELIER, G.; DUQUENOY, A.; SOMMIER, A.; RELKIN, P. Impact of crystalline milk fat on rheological properties of ice cream mix emulsions during aging time at 4°C. **Journal of Texture Studies**, v.39, n.4, p.309-325, 2008.

BOLLIGER, S.; GOFF, H.D.; THARP, B.W. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. **International Dairy Journal**, v.10, n.4, p.303-309, 2000.

BORWANKAR, R.P. Food texture and rheology: a tutorial review, **Journal of Food Engineering**, v.16, n.1/2, p.1-16, 1992.

BOURNE, M.C. **Food texture and viscosity concept and measurement**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 2002a. 427p. (Food Sciences and Technology International Series).

BOURNE, M. Relationship between rheology and food texture. In: WELTI-CHANES, J., ed. **Engineering and food for the 21st century**. Boca Raton: CRC Press, 2002b. 1068p. (Food Prevention technology series).

BRASIL. Resolução n.266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 set. 2005. Seção 1.

CAILLET, A.; COGNE, C.; ANDRIEU, J.; LAURENT, P.; RIVOIRE, A. Characterization of ice cream structure by direct optical microscopy. Influence of freezing parameters. **LWT - Food Science and Technology**, v.36, n.8, p.743-749, 2003.

CHANG, C.Y.; CHANG, C.H.; YU, T.H.; LIN, L.Y.; YEN, Y.H. The effect of drying treatment on the flavor and quality of Longan fruit. In: CONTIS, E.T.; HO, C.-T.; MUSSINAN, C.J.; PARLIMENT, T.H.; SHAHIDI, F.; SPANIER, A.M., eds. **Food flavors: formation, analysis and packaging influences**. Amsterdam: Elsevier, 1998. p.353-367. (Developments in food science, v.40) [Proceedings of the 9th International Flavor Conference The George Charalambous Memorial Symposium, Limnos, Greece, 1–4 July 1997].

CHEN, C.; LAI, O.; GHAZALI, H.; CHONG, C. Isothermal crystallization kinetics of refined palm oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.79, n.4, p.403-410, 2002.

CHIARA, V.L.; SICHIERI, R.; CARVALHO, T.S.F. Teores de ácidos graxos trans de alguns alimentos consumidos no Rio de Janeiro. **Revista Nutrição**, v.16, n.2, p.227-233, 2003.

CLARKE, C. The physics of ice cream. **Physics Education**, v.38, n.3, p.248, 2003.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. Cambridge. Royal Society of Chemistry, 2004. 187p. (RSC paperbacks).

CODEX ALIMENTARIUS. CODEX STAN 220, Joint FAO/WHO Food Standard Programme, FAO. Codex Standard for Longans (CODEX Stan 220-1999). Roma, Revisado em 2005.

COHEN, K.O.; JACKIX, M.N.H. Estudo do liquor de Cupuaçu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.182-190, 2005.

COHEN, K.O.; JACKIX, M.N.H. **Características químicas e física da gordura de Cupuaçu e da manteiga de cacau**. Planaltina: EMBRAPA cerrados, 2009. 20p. (Documentos, 269). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/697555>. Acesso em: 02 fev. 2011.

CORREIA, B.M.J. **Ácidos graxos trans e a alimentação moderna**. Brasília: Universidade de Brasília, 2008. 36p. [Curso de Especialização em Gastronomia e Saúde].

DE GRAEF, V.; FOUBERT, I.; SMITH, K.W.; CAIN, F.W.; DEWETTINCK, K. Crystallization behavior and texture of trans-containing and trans-free palm oil based confectionery fats. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.55, p.10258–10265, 2007.

DEMAN, L.; DEMAN, J. Texture of fats. In: MARANGONI, A.G.; NARINE, S.S., eds. **Physical properties of lipids**. New York: Marcel Deckker, 2002. p.191-215.

DIEHL, H.A.; SOCACIU, C. Instruments to analyze food colors. In: OTLES, S., ed. **Handbook of food analysis instruments**. Boca Raton: CRC Press, 2008. cap.11, p.229-244.

GOFF, H.D.; HARTEL, R.W. Ice cream and frozen desserts. In: MURRELL, K.D.; HUI, Y.H.; NIP, W.-K.; LIM, M.H., LEGARRETA, I.G.; CORNILLON, P., eds. **Handbook of frozen foods**. Boca Raton: CRC Press, 2004. cap.30, p.499-570.

DOWD, L.R.; ANDERSON, E.O. Study of short-time-high-temperature pasteurization of ice cream mix. **Journal of Dairy Science**, v.26, n.1, p.37-46, 1943.

EPTV GLOBO. **Longan**: fruta exótica e rica em ferro. Disponível em: <http://eptv.globo.com/blogs/penaroca/2011/longan-fruta-exotica-e-rica-em-ferro/>. Acesso em: 11 jun. 2011.

FROST, M.B.; HEYMAN, H.; BREDIE, W.L.P.; DIJKSTERHUIS, G.B.; MARTENS, M. Sensory measurement of dynamic flavour intensity in ice cream with different fat levels and flavourings. **Food Quality and Preference**, v.16, n.4, p.305-314, 2004.

GHAFFOOR, A.; REHMAN, S.U.; ALI, B.; SADDOZAI, M.E.; WASEEM, K. Performance of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivar for some morphological, chemical and yield related traits under the agroclimatic conditions of D.I. Khan. **Pakistan Journal of Biological Science**, v.2, p.503–6, 1999.

GHOTRA, B.S.; DYAL, S.D.; NARINE, S.S. Lipid shortenings: a review. **Food Research International**, v.35, n.10, p.1015-1048, 2002.

GOFF, H.D. Colloidal aspects of ice cream: a review. **International Dairy Journal**, v.7, n.6/7, p.363-373, 1997.

GOFF, H.D. Formation and stabilization of structure in ice-cream and related products. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v.7, n.5/6, p.432-437, 2002.

GOFF, H.D.; HARTEL, R. Ice cream and frozen desserts. **Handbook of frozen foods**. Local: CRC Press, 2004. p. 429-500

GOFF, H.D.; VERESPEJ, E.; SMITH, A.K. A study of fat and air structures in ice cream. **International Dairy Journal**, v.9, n.11, p.817-829, 2000.

GONÇALVES, E.V.; LANNES, S.C.S. Chocolate rheology: a review. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.845-851, 2010.

GORDURAS low trans/low sat: um novo desafio para a indústria. **Food Ingredients BRASIL**, n.7, 2009. Disponível em: <http://bunge.turbosys.com.br/media/news/entry/file/BUNGE-ltls.pdf>. Acesso em: 14 mai 2010.

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREY, P.; LANGENDORFF, V.; CANSELL, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, v.15, n.3, p.255-262, 2004.

GRANGER, C.; SCHÖPPE, A.; LEGER, A.; BAREY, P.; CANSELL, M. Influence of formulation on the thermal behavior of ice cream mix and ice cream. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.82, n.6, p.427-431, 2005.

GRDEN, L.; OLIVEIRA, C.S.; MEIRA, H.L.; BRASILEIRO, D.T. Produção e comparação entre sorvete com gordura de palma (sem trans) e com gordura vegetal hidrogenada (com trans). In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 5, Ponta Grossa, 2007. v.2, n.1, 2007. Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/setal/docs/artigos/2007/comparacao_sorvete.pdf. Acesso em: 21 nov. 2010.

GUINARD, J.X.; ZOUMAS-MORSE, C.; MORI, L.; UATONI, B.; PANYAM, D.; KILARA, A. Sugar and fat effects on sensory properties of ice cream. **Journal of Food Science**, v.62, n.5, p.1087-1094, 2006.

GUO, C.; YANG, J.; WEI, J.; LI, Y.; XU, J.; JIANG, Y. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. **Nutrition Research**, v.23, n.12, p.1719-1726, 2003.

HARWOOD, J.; GUNSTONE, F. Occurrence and characterisation of oils and fats. In: GUNSTONE, F.D.; HARWOOD, J.L.; DIJKSTRA, A.J., eds. **The lipid handbook: with cd-rom**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. p.37-141.

HE, N.; WANG, Z.; YANG, C.; LU, Y.; SUN, D.; WANG, Y.; SHAO, W.; LI, Q. Isolation and identification of polyphenolic compounds in longan pericarp. **Separation and Purification Technology**, v.70, n.2, p.219-224, 2009.

HOLDSWORTH, S.D. Applicability of rheological models to the interpretation of flow and processing behaviour of fluid food products. **Journal of Texture Studies**, v.2, n.4, p.393-418, 1971.

HUNTER, R.S.; HAROLD, R.W. **The measurement of appearance**. 2.ed. New York: Wiley, 1987. 411p.

HYVONEN, L.; LINNA, M.; TUORILA, H.; DIJKSTERHUIS, G. Perception of melting and flavor release of ice cream containing different types and contents of fat. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1130-1138, 2003.

IGNÁCIO, R.M. **Comportamento reológico de emulsões tipo maionese**. São Paulo, 2003. 72p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químico e físicos para análises de alimentos. 4.ed. São Paulo: IAL, 2005. 1020p.

JESUS, N.; MARTINS, A.B.G.; BARBOSA, J.C. Desenvolvimento de frutos de Longan (*Dimocarpus longan* Lour) na região de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.159-164, 2008.

JUSZCZAK, L.; WITCZAK, M.; FORTUNA, T.; BANYŚ, A. Rheological properties of commercial mustards. **Journal of Food Engineering**, v.63, n.2, p.209-217, 2004.

KOEFERLI, C.R.S.; PICCINALI, P.; SIGRIST, S. The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. **Food Quality and Preference**, v.7, n.2, p.69-79, 1999.

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

LAI, O.-M. Palm oil, its fractions, and components. In: AKOH, C.C.; LAI, O.-M., eds. **Healthful lipids**. Champaign: AOCS Publishing, 2005.

LANNES, S.C.S. Cupuassu: a new confectionery fat from Amazonia. **Inform-AOCS (American Oil Chemists Society)**, v.14, p.40-41, 2003.

LANNES, S.C.S.; MEDEIROS, M.L.; AMARAL, R.L. Formulação de “chocolate” de cupuaçu e reologia do produto líquido. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.38, p.463-469, 2002.

LANNES, S.C.S.; MEDEIROS, M.L.; GIOIELLI, L.A. Physical interactions between cupuassu and cocoa fats. **Grasas y Aceites**, v.54, p.253-258, 2003.

LANNES, S.C.S.; MEDEIROS, M.L.; GIOIELLI, L.A. Rheological properties of cupuassu and cocoa fats. **Grasas y Aceites**, v.55, n.2, p.115-121, 2004.

LIMA, G.P.P.; KESTRING, D.; KOHATSU, D.S.; BOTEON, E.M. Atividade antioxidante de frutos de longan cultivados em Botucatu-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15., CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2., Fortaleza, 2005. **Anais**. Fortaleza, 2005. p.620.

LUCAS T.; LE RAY D.; BAREY P.; MARIETTE F. NMR assessment of ice cream: Effect of formulation on liquid and solid fat. **International Dairy Journal**, v.15, n.12, p.1225-1233, 2005.

MACHADO, A.N.C.; CAROLINE RANA ROSA, B.; MARY MITSUE, Y. Obtenção e caracterização do extrato da polpa da *dimocarpus longan*. **Janus**, v.5, n.8, p.119-118, 2010.

MAHATTANATAWEE, K.; MANTHEY, J.A.; LUZIO, G.; TALCOTT, S.T.; GOODNER, K.; BALDWIN, E.A. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.54, p.7355-7363, 2006.

MALLIKARJUNAN, P. Physical measurements. In: SUN, D.W., ed. **Handbook of frozen food processing and packaging**. Boca Raton: CRC Press, 2005. p.xx-xx. (Food Science and Technology, 155).

MCLAUCHLAN, R.L.; MITCHELL, G.E.; JOHNSON, G.I.; NOTTINGHAM, S.M.; HAMMERTON, K.M. Effects of disinfestation-dose irradiation on the physiology of Tai So lychee. **Postharvest Biology and Technology**, v.1, n.3, p.273-281, 1992.

MEDEIROS, M.L.; LANNES, S.C.S. Compaction force of cocoa and cocoa substitutes using texture analyzer. In: EFFOST/EHEDG Joint Conference 2007- Practical application of research results-Food New Options for the industry, 2007, Lisboa. Preceedings-Food-New options for the industry -**EFFOST-EHEDG Joint Conference 2007**. Oxford: Elsevier, 2007.

MORAES, F.P.; COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, n.2, p.109-122, 2006.

MULLAN, W.M.A. **Ice cream. principles of ice cream mix calculation**. 2007 Disponível em: <http://www.dairyscience.info/ice-cream-/154-ice-cream-mix.html> Acesso em: 02 out., 2010.

MUSE, M.R.; HARTEL, R.W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness, **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1-10, 2004.

NAZARUDDIN, R.; SYALIZA, A.S.; ROSNANI, A.I.W. The effect of vegetable fat on the physicochemical characteristics of dates ice cream. **International Journal of Dairy Technology**, v.61, n.3, p.265-269, 2008.

NOOR LIDA, H.M.D.; SUNDRAM, K.; SIEW, W.L.; AMINAH, A.; MAMOT, S. TAG composition and solid fat content of palm oil, sunflower oil and palm kernel olein blends before and after chemical interesterification. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v.79, p.1137-1144, 2002.

O'BRIEN, R.D. **Fats and oils: formulations and processing for applications**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2004. 592p.

OLIVEIRA, K.H. **Comportamento reológico de diferentes tipos de sorvete**. Florianópolis, 2005. 65p. Dissertação de Mestrado – Engenharia de Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, K.H.; SOUZA, J.A.R.; MONTEIRO, A.R. Caracterização reológica de sorvetes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.592-598, 2008.

OSORIO, F.A.; STEFFE, J.F. Evaluating herschel-bulkley fluids with the back extrusion (annular pumping) technique. **Rheologica Acta**, v.30, p.549-558, 1991.

PARK, S.J.; PARK, D.H.; KIM, D.H.; LEE, S.; YOON, B.H.; JUNG, W.Y.; LEE, K.T.; CHEONG, J.H.; RYU, J.H. The memory-enhancing effects of *Euphoria longan* fruit extract in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v.128, p.160-165, 2010.

PATRICK, L.; PAUL, D. Crystallization and polymorphism of fats. In: AKOH C.C.; MIN, D.B., ed. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. p.729-749. (Food science and technology).

PINTO, A.C.Q. Novas culturas. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, n.9, 2001. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=294>. Acesso em 13 Set. 2012.

PRASAD, K.N.; HAO, J.; SHI, J.; LIU, T.; LI, J.; WE, X.; QIU, S.; XUE, S.; JIANG, Y. Antioxidant and anticancer activities of high pressure-assisted extract of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.10, n.4, p.413-419, 2009a.

PRASAD, K.N.; YANG, B.; ZHAO, M.; WEI, X.; JIANG, Y.; CHEN, F. High pressure extraction of corilagin from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp. **Separation and Purification Technology**, v.70, n.1, p.41-45, 2009b.

QUAST, L.B.; LUCCAS, V.; KIECKBUSCH, T.G. Physical properties of pre-crystallized mixtures of cocoa butter and cupuassu fat. **Grasas y Aceites**, v.62, n.1, p.62-67, 2011.

QUAST, L.B.; LUCCAS, V.; ROTH, T.C.W.; KIECKBUSCH, T.G. Influence of Incorporating cupuassu fat on the tempering of cocoa butter. **Braz. J. Food Technol.**, v.10, n.2, p.130-136, 2007.

RAJAH, K.K.. ed. **Fats in food technology**. Sheffield: Sheffield Academy Press, 2002. 379p. (Sheffield food technology).

RANGKADILOK, N.; SITTHIMONCHAI, S.; WORASUTTAYANGKURN, L.; MAHIDOL, C.; RUCHIRAWAT, M.; SATAYAVIVAD, J. Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. **Food and Chemical Toxicology**, v.45, n.2, p.328-336, 2006.

RANGKADILOK, N.; WORASUTTAYANGKURN, L.; BENNETT, R.N.; SATAYAVIVAD, J. Identification and quantification of polyphenolic compounds in longan (*Euphoria longana* Lam.) fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1387-1392, 2005.

RODRIGUES, A.P.; FONTANA, C.V.; PADILHA, E.; SILVESTRIN, M.; AUGUSTO, M.M.M. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**, v.16, n.1/2, p.55-62, 2006.

ROSSI, R. Alimentos funcionais: nova tendência na prevenção e tratamento de doenças. **Revista Funcionais e Nutracêuticos**, p.42-44, 2008. Disponível em: http://www.insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/78.pdf. Acesso em: 23 Ago 2010.

ROUSSEAU, D. Fat crystals and emulsion stability: a review. **Food Research International**, v.33, n.1, p.3-14, 2000.

SANTOS, F.J.C. **Análise da reologia e filtração de fluidos de fraturamento hidráulico e sua influência na otimização de projetos**. Macaé, RJ: Faculdade de Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo, UENF, 2004. 105p. [Especialização em Engenharia de Reservatório e de Exploração do Petróleo].

SCHRAMM, G. **Reologia e reometria: fundamentos teóricos e práticos**. São Paulo: Artliber, 2006. 160p.

SIEW, W.-L.; NG, W.-L. Influence of diglycerides on crystallisation of palm oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, n.5, p.722-726, 1999.

SILVA JUNIOR, E. **Formulações especiais para sorvetes**. São Paulo, 2008. 133p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

SILVA JUNIOR, E.; LANNES, S.C.S. Effect of different sweetener blends and fat types on ice cream properties. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.217-220, 2011.

SILVA, J.L.C.; PLIVELIC, T.S.S.; HERRERA, M.L.; RUSCHEINSKY, N.; KIECKBUSCH, T.G.; LUCCAS, V.; TORRIANI, I.L. Polymorphic phases of natural fat from Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) beans: a WAXS/SAXS/DSC Study. **Crystal Growth & Design**, v.9, n.12, p.5155-5163, 2009.

SOFJAN, R.P.; HARTEL, R.W. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**, v.14, n.3, p.255-262, 2004.

SOMOGY, M. Notes on sugar determination. **Journal of Biological Chemistry**, v.195, p.19-23, 1952.

SOONG, Y.Y.; BARLOW, P.J. Isolation and structure elucidation of phenolic compounds from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) seed by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v.1085, n.2, p.270-277, 2005.

SOUZA, J.C.D. **Análise da estabilidade de cor e microdureza de uma resina composta extraclara fotoativada com diferentes fontes de luz**. Ponta Grossa, 2006. 121p. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

SORVETES E CASQUINHAS: Guia do comprador. Brasil deverá produzir mais de 1 bilhão de litros de sorvete em 2010. Disponível em: http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/noticias_ler.php?id_noticia=107. Acesso em: 10 Set. 2012.

STEFFE, J.F. **Rheological methods in food process engineering**. 2.ed. East Lansing: Freeman Press, 1996. 418p.

SUN, D.W., ed. **Handbook of frozen food processing and packaging**. Boca Raton: CRC Press, 2006. 737p. (Food Science and Technology, 155).

SUNG, K.K.; GOFF, H.D. Effect of solid fat content on structure in ice creams containing palm kernel oil and high-oleic sunflower oil. **Journal of Food Science**, v.75, n.3, p.C274-C279, 2010.

TABILO-MUNIZAGA, G.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Rheology for the food industry. **Journal of Food Engineering**, v.67, p.147-156, 2005.

TUNG, M.A.; PAULSON, A.T.; Rheological concepts for probing ingredients interactions in food systems. In: GAONKAR, A.G., ed. **Ingredients interactions: effects on food quality**. 2.ed. Boca Raton, CRC Press; New York: Marcel Decker, 1995. p.49-86. (Food Science and Technology, 154).

UNITED STATES. Department of Agriculture. Agricultural Research Service. 2010. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 23. **Nutrient Data Laboratory Home Page**. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>. Acesso em: 27 maio 2011.

VARITH, J.; DIJKANARUKKUL, P.; ACHARIYAVIRIYA, A.; ACHARIYAVIRIYA, S. Combined microwave-hot air drying of peeled longan. **Journal of Food Engineering**, v.81, n.2, p.459-468, 2007.

VIEIRA, T.M.F.S.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; OETTERER, M. Uso do óleo de palma em alimentos. **Boletim SBCTA**, v.31, n.2, 1997.

WALL, M.M. Ascorbic acid and mineral composition of longan (*Dimocarpus longan*), lychee (*Litchi chinensis*) and rambutan (*Nephelium lappaceum*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, n.6/7, p.655-663, 2006.

WASSELL, P.; YOUNG, N.W.G. Food applications of trans fatty acid substitutes. **International Journal of Food Science & Technology**, v.42, n.5, p.503-517, 2007.

YANG, B.; JIANG, Y.; SHI, J.; CHEN, F.; ASHRAF, M. Extraction and pharmacological properties of bioactive compounds from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit: a review. **Food Research International**, v.44, n.7, p.1837-1842, 2011.

YANG, C.; HE, N.; LING, X.; YE, M.; ZHANG, C.; SHAO, W.; YAO, C.; WANG, Z.; Li, Q. The isolation and characterization of polysaccharides from longan pulp. **Separation and Purification Technology**, v.63, n.1, p.226-230, 2008.

ZALIHA, O.; CHONG, C.L.; CHEOW, C.S.; NORIZZAH, A.R.; KELLENS, M.J. Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. **Food Chemistry**, v.86, n.2, p.245-250, 2004.

ZHONG, K.; WANG, Q. Optimization of ultrasonic extraction of polysaccharides from dried longan pulp using response surface methodology. **Carbohydrate Polymers**, v.80, p.19-25, 2009.

ANEXO I - Ficha para análise sensorial dos sorvetes com diferentes bases gordurosas

AVALIAÇÃO SENSORIAL
Sorvetes com diferentes bases gordurosas

Nome: _____ Data: _____

1. Você está recebendo duas amostras de sorvete. Prove cuidadosamente da esquerda para a direita e circule a amostra de sua preferência quanto aos atributos textura e sabor.

Número da Amostra

Textura   _____

Sabor   _____

2. Indique na escala abaixo o grau de certeza que você estaria disposto a comprar se o encontrasse a venda.

Amostra

_____	(5)	Certamente compraria
_____	(4)	Provavelmente compraria
_____	(3)	Talvez comprasse, tal vez não comprasse
_____	(2)	Provavelmente não compraria
_____	(1)	Certamente não compraria

- a. Justifique sua intenção de compra dizendo:

O que você mais gostou:

_____

E que você menos gostou:

_____

OBRIGADO POR SUA PARTICIPAÇÃO!

ANEXO II - Ficha para análise sensorial do sorvete de longan

AVALIAÇÃO SENSORIAL Sorvete de Longan

Nome: _____ Data: _____

1. Você está recebendo uma amostra de sorvete codificada. Avalie globalmente a amostra e indique na escala abaixo o grau de gostar ou desgostar.

- (9) gostei extremamente
- (8) gostei moderadamente
- (7) gostei regularmente
- (6) gostei ligeiramente
- (5) não gostei, nem desgostei
- (4) desgostei ligeiramente
- (3) desgostei regularmente
- (2) desgostei moderadamente
- (1) desgostei extremamente

Comentários:

---

2. Indique na escala abaixo o grau de certeza que você estaria disposto a comprar se o encontrasse a venda.

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

a. Justifique sua intenção de compra dizendo:

O que você mais gostou:

E que você menos gostou:

OBRIGADO POR SUA PARTICIPAÇÃO!

ANEXO III - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

1. Informações do Sujeito da Pesquisa

Nome:			
Documento de Identidade n.º:		Sexo: ( ) M ( ) F	
Data de Nascimento: / /			
Endereço:	N.º	Complemento:	
Bairro:	Cidade:	Estado:	
CEP:	Telefones:		

2. Informações do Responsável Legal

Nome:			
Documento de Identidade n.º:		Sexo: ( ) M ( ) F	
Data de Nascimento: / /			
Endereço:	N.º	Complemento:	
Bairro:	Cidade:	Estado:	
CEP:	Telefones:		

3. Título do Projeto de Pesquisa: Estudo do comportamento estrutural de formulações de gelado comestível com característica funcional	
4. Duração da Pesquisa: 1 ano	
5. Nome do pesquisador responsável: Profa.Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes	
Cargo/ Função: Professor Associado	N.º do Registro do Conselho Regional:
Instituição: Universidade de São Paulo / FCF TECNOLOGIA BIOQUÍMICO-FARMACÊUTICA	

Sou pesquisadora da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Estou realizando uma pesquisa para conhecer e aprimorar preparações de sorvetes. Serão servidas amostras de 30 g sob temperatura de -15 °C preparadas com até 24 h de antecedência, produzidas e acondicionadas de acordo com as Boas Práticas de Fabricação de Alimentos, no Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. O sujeito de pesquisa irá receber amostras de sorvetes formulados que contém os seguintes ingredientes: açúcar refinado, leite em pó integral, gordura vegetal *low trans*, gordura vegetal hidrogenada, gordura de cupuaçu, glicose desidratada, emulsificante, fruta longan. As análises serão realizadas sempre duas horas antes ou depois das refeições. Convidaremos os sujeitos de pesquisa, consumidores de sorvetes, a degustar três amostras de produtos, identificadas por diferentes números, e registrar suas impressões referentes à textura, sabor e intenção de compra de cada uma delas. As três amostras serão servidas de forma separada, uma por vez, e entre uma amostra e outra os provadores tomarão um pouco de água e, opcionalmente, poderão degustar um biscoito água e sal antes de degustar a próxima amostra. As avaliações são rápidas e não levarão mais do que 15 minutos e com suas informações poderemos aprimorar a qualidade dos produtos que estamos desenvolvendo, bem como verificar a aceitação dos mesmos, conjugando as informações sensoriais obtidas com as experimentais.

Os benefícios serão não só para a melhoria do processo de fabricação como também para que futuramente o consumidor tenha acesso a produtos diferenciados que tragam características benéficas à saúde, além de proporcionar sabor agradável aos produtos.

Poderão participar da pesquisa voluntários consumidores de sorvetes (alunos e funcionários da Universidade), maiores de 18 anos e de ambos os sexos, em bom estado de saúde, sem dietas especiais.

Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Serão tomados cuidados especiais para evitar que indivíduos subordinados ou diretamente ligados ao pesquisador se sintam obrigados a participarem do estudo.

A pesquisa apresenta risco mínimo. Em caso de possíveis problemas alérgicos a algum dos componentes da formulação, estaremos à disposição para o devido amparo, utilizando para assistência médica o Hospital Universitário do campus da capital, cujo encaminhamento se procederá através da pesquisadora responsável pelo projeto (orientadora).

A participação é voluntária e o sujeito de pesquisa terá o direito de desistir a qualquer momento, assegurando-lhes a inteira liberdade de participar ou não da pesquisa, sem quaisquer represálias. O sujeito de pesquisa será identificado por um número e todas e quaisquer opiniões e dados pessoais serão mantidos em sigilo. Em caso de dúvidas ou quaisquer outros problemas, o sujeito de pesquisa poderá interromper a qualquer momento sua participação.

Dessa forma, o(a) convidado a participar de nossa pesquisa e caso desejar, por gentileza, assine este documento.

Observações complementares:

Disponibilizamos-nos para responder a quaisquer dúvidas quanto às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa através dos contatos:

Profa.Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes (Orientadora)
Av.Prof. Lineu Prestes, 580 bloco 16
Fone: 30913691

Fernando Su (aluno de Mestrado)
Av.Prof.Lineu Prestes, 580 bloco 16
Fone: 3091 3692

Consentimento Pós-Esclarecido:

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

São Paulo, _____ de _____ de 2012.

_____
Assinatura do sujeito de pesquisa
Ou responsável legal

_____
Assinatura do pesquisador responsável

Para qualquer questão, dúvida, esclarecimento ou reclamação sobre aspectos éticos dessa pesquisa, favor entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo – Av. Prof. Lineu Prestes, 580 - Bloco 13A – Butantã – São Paulo – CEP 05508-900. Fone: 3091-3622, fone-fax: 3091-3677 – e-mail: cepfcf@usp.br

Obs: O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE deve ser rubricado em todas as folhas, pelo sujeito da pesquisa ou responsável legal e pelo pesquisador responsável, constando as assinaturas na última página. Uma via deverá ser entregue ao sujeito da pesquisa e outra via ficará com o pesquisador responsável que guardará este termo por 5 (cinco) anos.

ANEXO IV - Ficha técnica da PRODULCE 37

Bunge Brasil S.A.
www.bunge.com.br / www.bungepro.com.br
Fone SABE: 0800-702 7105 - sabe@bunge.com

FICHA TÉCNICA

PRODUTO
BUNGE PRODULCE 37

CÓDIGO
B 17.12 d - 1 (98) / 29

DESCRIÇÃO

Gordura vegetal com incorporação de nitrogênio.

INGREDIENTES

Óleos vegetais hidrogenados e antioxidantes: BHT e ácido cítrico. NÃO CONTEM GLÚTEN.

APLICAÇÃO

Gordura vegetal para sorvetes;
Especialidade láctea e alimento composto tipo requeijão;
Cremes vegetais;
Sobremesas cremosas.

BENEFÍCIOS

Excelente fusão à boca;
Boa estabilidade oxidativa;
Alta plasticidade;
Neutralidade de sabor e odor;
Atribui mais consistência aos alimentos consumidos refrigerados;
Favorece cristalização mais rápida na última fase de produção de sorvetes.

ESPECIFICAÇÕES

Índice de Acidez (mg KOH/g)	máx. 0,20
Índice de Peróxido (meq/kg)	máx. 1,0
Cor - Vermelho (Lovibond, 5 1/4")	máx. 2,0
Ponto de Gotejamento Mettler (°C)	34 - 37
SFC (%) 10,0 °C	60 - 67
33,3 °C	1 - 4
37,8 °C	máx. 1
Sabor / Odor (escala 1 - 10)	min. 8 - Suave
Aspecto a 45 °C (escala 1 - 5)	min. 5 - Sem impurezas

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 10g (1 colher de sopa)		100g	
Quantidade por porção	% VD*		
Valor energético	90kcal - 378kJ	5%	900kcal - 3.780kJ
Gorduras Totais	10 g	18%	100 g
Gorduras saturadas	2,2 g	10%	22 g
Gorduras trans	4,0 g	**	40 g
Colesterol	0 mg	**	0 mg

Não contém quantidade significativa de Carboidratos, Proteínas, Fibra alimentar e Sódio.

* %Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000kcal ou 8.400kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

** %VD não estabelecidos.

VALIDADE

A partir da data de fabricação, sob condições adequadas de armazenagem:180 dias.

EMBALAGEM/ CÓDIGO DE FATURAMENTO

Catxa de papelão, com saco de polietileno interno, 11.318-2 contendo 24 kg.

CONSERVAÇÃO E ESTOCAGEM

Local fresco e seco, evitando exposição ao sol. Recomenda-se empilhamento máximo de 6 caixas.

TRANSPORTE

Caminhão refrigerado.

MLC/adb-1198/0211

Este produto atende a regulamentação aplicável na condição em que se apresenta. Informações detalhadas sobre o atendimento às regulamentações, estão disponíveis, se requisitadas. De acordo com seu uso, outras regulamentações podem ser aplicáveis, cabendo ao usuário a responsabilidade de identificá-las e atendê-las. A Bunge Brasil reserva-se ao direito de modificar as especificações do produto.

As informações contidas neste documento seguem os parâmetros estabelecidos pelo nosso Sistema de Qualidade. Solicitamos mantê-lo atualizado contatando a área comercial da Bunge Brasil.

ANEXO V - Ficha técnica da PROMULT 44 LT

Bunge Brasil S.A.
www.bunge.com.br / www.bungepro.com.br
Fone SABE: 0800-702 7105 - sabe@bunge.com

FICHA TÉCNICA

PRODUTO BUNGE PROMULT 44 LT

B 28

DESCRIÇÃO

Gordura vegetal com incorporação de nitrogênio.

INGREDIENTES

Óleos vegetais líquidos e hidrogenados e antioxidantes: BHT e ácido cítrico. NÃO CONTÉM GLÚTEN.

APLICAÇÃO

Indicada para a produção de massas de biscoitos, rechelos, sorvetes e balas.

BENEFÍCIOS

Reduzido teor de Gorduras Trans;
Excelente plasticidade;
Boa estabilidade oxidativa;
Neutralidade de sabor e odor.

ESPECIFICAÇÕES

Índice de Acidez (mg KOH/g)	máx. 0,20
Índice de Peróxido (meq/kg)	máx. 1,0
Cor - Vermelho (Lovibond, 5 ¼")	máx. 3,5
Ponto de Gotejamento Mettler (°C)	40 - 44
SFC (%)	10,0 °C máx. 35 - 41
	33,3 °C 6 - 10
	37,8 °C 3 - 7
	45,0 °C máx. 1
Sabor / Odor (escala 1 - 10)	min. 8 - Suave
Aspecto a 45°C (escala 1 - 5)	min. 5 - Sem impurezas

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 10g (1 colher de sopa)		
Quantidade por porção		% VD*
Valor energético	90kcal - 378KJ	5%
Gorduras totais	10 g	18%
Gorduras saturadas	4,6 g	21%
Gorduras trans	0,4 g	**
Colesterol	0 mg	**

Não contém quantidade significativa de Carboidratos, Proteína e Sódio.

* %Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 calorias. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo das suas necessidades energéticas.

** %VD não estabelecidos.

VALIDADE

A partir da data de fabricação, sob condições adequadas:
Granel - 30 dias

Caixa - 180 dias

EMBALAGEM/ CÓDIGO DE FATURAMENTO

Granel
Caixa de papelão, com saco de polietileno interno, contendo 24 kg

CONSERVAÇÃO E ESTOCAGEM

Granel: Tanque de aço inox ou aço carbono revestido com pintura epóxi de temperatura e agitação. Temperatura recomendada: 50 - 60°C

Caixa: Local fresco e seco, evitando exposição ao sol. Empilhamento máximo de 6 caixas.

TRANSPORTE

Granel: Caminhão com tanque de aço inox, isolado térmicamente. O produto pode atingir temperatura entre 50 e 60°C.
Caixa: Caminhão refrigerado.

MAS/acb-0305/0211

"Este produto atende a regulamentação aplicável na condição em que se apresenta. Informações detalhadas sobre o atendimento às regulamentações requisitadas. De acordo com seu uso, outras regulamentações podem ser aplicáveis, cabendo ao usuário a responsabilidade de identificá-las e atendê-las. Reserva-se ao direito de modificar as especificações do produto."

*As informações contidas neste documento seguem os parâmetros estabelecidos pelo nosso Sistema de Qualidade.

ANEXO VI - Laudo de qualidade da AGROPALMA 370SE

	LAUDO DE QUALIDADE	Palma	370SE
	GORDURA DE PALMA 370SE	Lote	10J102L2-450
		Data	21/10/2010
		Laudo	182/10

Cliente: Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Departamento de Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica.

Data de Fabricação: 10/10/2010.

Prazo de Validade: 12 meses após fabricação.

Aditivos: TBHQ, Ácido Cítrico e Emulsificante.

Características:

Físico Químicas (AOCS)

Atributos	Resultados	Limites	Atributos	Resultados	Limites
Acidez (% Palmítico)	0,035	$\leq 0,05$	SFC a 10 °C	49,80	52 $\pm$ 3
I.Peróxidos (mEq/kg)	0,04	$\leq 1,0$	SFC a 20 °C	23,04	22 $\pm$ 3
Cor (Lovibond Red 5 ¼)	2,9	$\leq 4,0$	SFC a 25 °C	13,67	13 $\pm$ 2
Ponto de Fusão (°C)	36,5	35 - 38	SFC a 30 °C	7,76	8 $\pm$ 2
Índice de Iodo (wjjs)	52,06	51 - 55	SFC a 35 °C	5,22	5 $\pm$ 2
Sabor	Neutro	Neutro	SFC a 40 °C	3,42	2,5 $\pm$ 1,5
			SFC a 45 °C	0	< 1,5

Responsável

ANEXO VII - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo - FCF/ USP

PROJETO DE PESQUISA

Título: Estudo do Comportamento Estrutural de Formulações de Gelado Comestível com Característica Funcional

Área Temática:

Pesquisador: Suzana Caetano da Silva Lannes

Versão: 3

Instituição: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

CAAE: 01384712.9.0000.0067

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 29955

Data da Relatoria: 28/05/2012

Apresentação do Projeto:

O projeto em questão avalia novas formulações de sorvetes, alterando a base gordurosa e adicionando o fruto longan como alimento funcional. Com o avanço tecnológico da indústria alimentícia nas últimas décadas, os hábitos alimentares da população mudaram, onde refeições prontas, produtos de fast food, industrializados e alimentos de fácil acesso adquiriram maior relevância no mercado alimentício. Para atender a essa demanda do mercado, a indústria teve de encontrar meios para atender ao gosto do consumidor; fato que propiciou o uso de ácidos graxos trans na produção de alimentos. Serão utilizadas 3 tipos de gorduras: de palma, de cupuaçu, como gorduras naturais, e low-trans, gorduras sintéticas com baixo teor em isômeros trans. Também será utilizado um fruto exótico, o Longan (*Dimocarpus Longan Lour.*) que é um fruto tropical muito conhecido por países da Ásia como China, Vietnã e Tailândia, pelo sabor e efeitos medicinais. Esta utilização caracteriza uma tendência da indústria alimentícia que é a busca de alimentos funcionais, ou seja que beneficiam o consumidor por uma melhoria de seus metabolismos naturais.

Objetivo da Pesquisa:

Tendo conhecimento dos assuntos apresentados e da importância da pesquisa nas formulações de sorvetes, bem como da procura de novos alimentos funcionais, este trabalho tem como objetivos:

- Realizar estudos de reologia oscilatória com microscopia formulação de sorvetes preparadas com diferentes tipos de gorduras;
- Comparar a estrutura de sorvetes elaborados com diferentes tipos de gordura;
- Desenvolver formulações de sorvetes com longan;
- Realizar a análise sensorial das formulações verificando a aceitação e diferenças sensoriais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Apresenta riscos mínimos relacionado a alergias aos constituintes da fórmula o que é relatado no TCLE e os benefícios estão relacionados a um produto com menor teor de gordura trans mais saudável ao consumidor.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa tem um embasamento científico, tendo a orientadora um destaque na área de formulações de sorvetes com diversos outros trabalhos publicados e defendidos. As avaliações técnicas propostas são relevantes a área de tecnologia de sorvetes e bem definidas no grupo. A proposta é inovadora pela utilização de gorduras mais saudáveis e a utilização de frutos exóticos, que é um diferencial no mercado de produtos alimentício.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram apresentados corretamente.

Recomendações:

Recomendamos a aprovação do presente estudo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências apontadas pelo CEP/FCF foram atendidas satisfatoriamente.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo de pesquisa aprovado em reunião de 28 de maio de 2012.

Cabe ao pesquisador responsável, comunicar ao CEP:

- ↳ Eventuais modificações no projeto aguardando a apreciação e aprovação do CEP;
  - ↳ A interrupção do projeto;
  - ↳ Rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, TCLE, apondo sua assinatura na última página do referido termo. Da mesma forma, o sujeito de pesquisa ou seu representante legal;
- Apresentar relatório parcial e final de acordo com o cronograma proposto.

SAO PAULO, 31 de Maio de 2012

Assinado por:
Mariza Landgraf