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

Comportamento reológico de recheios para chocolates em
base gordurosa e formulados com polpas de frutas e gomas

Alline Aurea do Amaral

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientadora:
Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes

São Paulo
2013

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

Comportamento reológico de recheios para chocolates em base gordurosa e formulados com polpas de frutas e gomas

Versão corrigida da Dissertação conforme Resolução CoPGr 5890.
O original encontra-se disponível no Serviço de Pós-Graduação da FCF/USP.

Alline Aurea do Amaral

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientadora:
Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes

São Paulo
2013

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

A485c Comportamento reológico de recheios para chocolates: em base gordurosa e formulados com polpas de frutas e gomas / Alline Aurea do Amaral. -- São Paulo, 2013.
140p

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

Orientador: Lannes, Suzana Caetano da Silva

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

641.1 CDD

Alline Aurea do Amaral

Comportamento reológico de recheios para chocolates em base gordurosa e
formulados com polpas de frutas e gomas

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes
orientador/presidente

1º. examinador

2º. examinador

São Paulo, _____ de _____.

*Dedico este trabalho ao meu companheiro
Bruno Pirchio, com muito amor e gratidão,
por todo seu apoio e compreensão.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais uma conquista.

À minha orientadora, Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes, pela oportunidade e por toda contribuição neste trabalho e em meu crescimento intelectual e pessoal.

À minha família e aos verdadeiros amigos pelo amparo e incentivo.

Ao Prof. Dr. Roberto Rodrigues Ribeiro, pelos sábios conselhos de vida.

À Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo, pela possibilidade de realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

As Universidades Federais do Ceará (Profa. Judith Feitosa) e Pará (Dra. Orquídea Vasconcelos dos Santos), pela doação de amostras de goma chicha e polpa de murici, respectivamente.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Gioielli, por ceder o uso do equipamento de Calorimetria Exploratória Diferencial e pela Análise de Composição de Ácidos Graxos.

À doutoranda Fabiana Andreia Schafer de Martini Soares, pelo auxílio nas análises de gorduras.

Aos colegas e funcionários do Departamento e da Universidade, em especial: Fernando Su, Adelaida, Ana Lúcia, Fabiana, Roberta Polak, Camila, Djalma, Alexandre, Nilton, Ivani, Mirian, Juarez e Elza, pelo auxílio e cordialidade.

E a todos que, de certa forma, participaram da realização deste trabalho!

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original".

Albert Einstein

RESUMO

AMARAL, A. A.; LANNES, S. C. S. **Comportamento reológico de recheios para chocolates em base gordurosa e formulados com polpas de frutas e gomas.** 2013. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Recheios são componentes utilizados na indústria de chocolates e de confeitos. Os recheios para chocolates podem ser elaborados com gorduras vegetais, açúcar *fondant*, creme de leite, amido ou com preparados de frutas contendo gomas. Nesses produtos, as gomas podem ser empregadas com a função de estabilizante, espessante ou como redutores de gordura, minimizando alterações sensoriais, de textura e de separação de fases. A goma guar vem sendo utilizada em muitos produtos alimentícios. A goma chichá é extraída de uma árvore brasileira (*Sterculia striata*) que pertence à mesma família da goma comercial caraia (*Sterculia urens*). O murici (*Byrsonima verbascifolia*, Rich) é um fruto brasileiro de alto valor nutricional. Assim foram elaboradas formulações alterando-se a base gordurosa, com os tipos de gordura hidrogenada, *low trans*, de cupuaçu e manteiga de cacau em diferentes teores (10%, 7,5% e 5% p/v). A polpa de murici (13%) e as gomas chichá e guar (0,3% m/v) foram adicionadas com a finalidade de agregar valor nutricional e estabilizar os recheios. O estudo reológico das formulações foi realizado por testes oscilatórios e rotacionais realizados em conjunto com imagens de microscopia óptica, sendo importante para avaliar os aspectos estruturais e micro estruturais dos produtos decorrente dos ingredientes utilizados, verificando-se assim diferenças de comportamento e interações entre os mesmos. Avaliações físico-químicas foram efetuadas nas formulações contendo gordura *low trans* + suco de laranja concentrado e gordura *low trans* + polpa de murici. Os resultados mostraram que a adição da polpa de murici elevou os teores de proteínas e minerais das formulações. A análise reológica apontou caráter sólido ou de gel forte para todas as amostras, pois o módulo elástico foi superior ao módulo viscoso ($G' > G''$). Verificou-se que as formulações com gordura *low-trans* + goma guar e gordura *low trans* + goma chichá apresentaram comportamento semelhante; a adição dessas gomas mostrou melhora

na recuperação da estrutura inicial do sistema. Em geral, os recheios produzidos apresentaram boa estabilidade e valor nutricional agregado.

Palavras-chave: tixotropia; gordura; recheios; murici; goma chichá.

ABSTRACT

AMARAL, A. A.; LANNES, S. C. S. **Rheological behavior of fillings for chocolates: fat based and made with fruit pulps and gums.** 2013. 140 pp. Thesis (Master) – Pharmaceutical Sciences School, University of São Paulo, São Paulo, 2013.

Fillings are components used in the chocolate and confectionery industry. The fillings for chocolates can be made with vegetable fats, fondant, cream, starch or fruit preparations containing gums. In these products, the gums can be employed as a stabilizer, thickener or a fat reducing, minimizing sensory, texture and phase separation. Guar gum has been used in many food products. Chichá gum is extracted from a Brazilian tree (*Sterculia striata*) that belongs to the same family of commercial karaya gum (*Sterculia urens*). Murici (*Byrsonima verbascifolia*, Rich) is a Brazilian fruit of high nutritional value. Thus formulations were prepared by changing the fat base with different fat types (hydrogenated fat, low-trans, cupuaçu and cocoa butter) and levels (10%, 7.5% and 5%). Murici pulp (13%), chichá and guar gum (0.3% w / v) were added in order to add nutritional value and stabilize. The rheological study of the formulations was performed by rotational and oscillatory tests in conjunction with optical microscopy images, being important to evaluate the structural and micro structural aspects of the products due to the added ingredients, thus verifying behavioral differences and interactions between them. Physical-chemical evaluations were leaded in the formulations containing low *trans* fat + concentrated orange juice and low *trans* fat + murici pulp. The results showed that the addition of murici pulp increased levels of proteins and minerals in formulations. The rheological analysis showed solid or strong gel character for all samples because the elastic modulus was higher than the viscous modulus ($G' > G''$). Formulations with low *trans* fat + guar gum and low *trans* fat + chichá gum showed similar behavior; addition of the gums showed better recovery of the initial structure of the system. In general, the produced fillings showed good stability and added nutritional value.

Keywords: thixotropy; fat; fillings; murici; chichá gum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Comportamento tixotrópico observado em curvas de torque descendente (STEFFE, 1996).....	27
Figura 2 -	Produção, consumo aparente, exportação e importação em volume (Mil toneladas) de balas, confeitos, gomas de mascar e derivados entre 2006 e 2011 (ABICAB, 2012).....	30
Figura 3 -	Produção, consumo aparente, exportação e importação de chocolates, sob todas as formas, em volume (Mil toneladas) entre 2006 e 2011 (ABICAB, 2012).....	30
Figura 4 -	Fruto da espécie <i>Theobroma cacao</i>	33
Figura 5 -	Frutos da espécie <i>Theobroma grandiflorum</i> , Schumann.....	42
Figura 6 -	Estrutura molecular da goma guar (MATHUR, 2011).).....	46
Figura 7 -	Frutos da espécie <i>Sterculia striata</i>	48
Figura 8 -	Estrutura da goma caraia (DOSSIÊ GOMAS..., 2011).....	50
Figura 9 -	Frutos da espécie <i>Byrsonima verbascifolia</i>	53
Figura 10 -	Fluxograma de preparo das formulações.....	65
Figura 11 -	Reômetro (Haake MARS II) em funcionamento.....	67
Figura 12 -	Curva de sólidos (conteúdo de gordura sólida (SFC) versus temperatura), das amostras de gordura vegetal hidrogenada (H), <i>low trans</i> (LT), de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC).....	73
Figura 13 -	Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de gordura vegetal hidrogenada, T= 40 °C.....	75
Figura 14 -	Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de gordura vegetal <i>low trans</i> , T= 40 °C.....	76
Figura 15 -	Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de gordura de cupuaçu, T= 40 °C.....	76

Figura 16 -	Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de manteiga de cacau, T= 40 °C.....	77
Figura 17 -	Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase final da análise reológica para as amostras de gordura vegetal hidrogenada (A), <i>low trans</i> (B), de cupuaçu (C) e manteiga de cacau (D), T= 40 °C.....	78
Figura 18 -	Curva de sólidos (conteúdo de gordura sólida (SFC) versus temperatura), para o óleo de murici.....	84
Figura 19 -	Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e viscosidade aparente (η) para as soluções de goma guar e de goma chichá a 1%, T= 25 °C.....	85
Figura 20 -	Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), durante a análise reológica, para as amostras de goma guar (A) e goma chichá (B), T= 25 °C.....	87
Figura 21 -	Recheios formulados com gorduras vegetais hidrogenada (H), <i>low trans</i> (LT), de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC).....	89
Figura 22 -	Recheios formulados com gordura <i>low trans</i> + goma guar (GG) e com gordura <i>low trans</i> + goma chichá (GC).....	91
Figura 23 -	Recheio desenvolvido com gordura <i>low trans</i> + polpa de murici (MU).....	92
Figura 24 -	Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura vegetal hidrogenada, em concentrações de 10% (H1), 7,5% (H2) e 5% (H3), T= 28 °C...	93
Figura 25 -	Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura vegetal <i>low trans</i> , em concentrações de 10% (LT4), 7,5% (LT5) e 5% (LT6), T= 28 °C.....	94
Figura 26 -	Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura de cupuaçu, em concentrações de 10% (CP7), 7,5% (CP8) e 5% (CP9), T= 28 °C.....	95

Figura 27 -	Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com manteiga de cacau, em concentrações de 10% (MC10), 7,5% (MC11) e 5% (MC12), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	96
Figura 28 -	Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura vegetal hidrogenada (H1, H2 e H3), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	100
Figura 29 -	Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura vegetal <i>low trans</i> (LT4, LT5 e LT6), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	101
Figura 30 -	Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura de cupuaçu (CP7, CP8 e CP9), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	102
Figura 31 -	Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo manteiga de cacau (MC10, MC11 e MC12), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	103
Figura 32 -	Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura <i>low trans</i> + goma guar (GG13, GG14 e GG15), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	105
Figura 33 -	Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura <i>low trans</i> + goma chichá (GC18, GC19 e GC20), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	106
Figura 34 -	Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura <i>low trans</i> + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	107
Figura 35 -	Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura <i>low trans</i> + goma guar (GG13, GG14 e GG15), $T= 28\text{ }^{\circ}\text{C}$	111

- Figura 36 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura *low trans* + goma chichá (GC16, GC17 e GC18), T= 28 °C..... 112
- Figura 37 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras com gordura *low trans* + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), T= 28 °C..... 113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Materiais utilizados nas formulações, obtidos no comércio brasileiro.....	56
Tabela 2 -	Composição das formulações de recheio elaboradas com gordura vegetal hidrogenada (H), gordura vegetal <i>low trans</i> (LT), gordura de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC) nas concentrações de 10% (H1, LT4, CP7 e MC10), 7,5% (H2, LT5, CP8 e MC11) e 5% (H3, LT6, CP9 e MC12).....	64
Tabela 3 -	Composição das formulações de recheio elaboradas com gordura <i>low trans</i> + goma guar (GG13; GG14; GG15), gordura <i>low trans</i> + goma chichá (GC16; GC17; GC18), gordura <i>low trans</i> + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), nas concentrações de 9,7%; 7,2% e 4,2% de gordura, 0,3% das gomas e 13% de polpa de murici	66
Tabela 4 -	Dados obtidos da análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) das gorduras vegetais hidrogenada (H), <i>low trans</i> (LT), de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC).....	72
Tabela 5 -	Composição química da polpa de murici <i>in natura</i> (%).	80
Tabela 6 -	Composição dos principais ácidos graxos presentes no óleo extraído da polpa de murici <i>in natura</i> (%).	82
Tabela 7 -	Dados obtidos da análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) do óleo extraído da polpa de murici <i>in natura</i>	84
Tabela 8 -	Porcentagem de recuperação estrutural das amostras de recheios elaboradas com gordura vegetal hidrogenada (H), gordura vegetal <i>low trans</i> (LT), gordura de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC) nas concentrações de 10% (H1, LT4, CP7 e MC10), 7,5% (H2, LT5, CP8 e MC11) e 5% (H3, LT6, CP9 e MC12).....	98
Tabela 9 -	Porcentagem de recuperação estrutural das amostras de recheios recheios elaboradas com gordura <i>low trans</i> + goma guar (GG13; GG14; GG15), gordura <i>low trans</i> + goma chichá (GC16; GC17; GC18), gordura <i>low trans</i> + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), nas concentrações de 9,7%; 7,2% e 4,7% de gordura, 0,3% das gomas e 13% de polpa de murici.....	109

Tabela 10 -	Composição físico-química e valor calórico total das formulações de recheios preparadas com gordura low trans (10%; 7,5%; 5%) + suco concentrado de laranja (13%) (LT4; LT5; LT6) e gordura low trans (9,7%; 7,2% e 4,7%) + polpa de murici (13%) (MU19; MU20; MU21).....	114
Tabela 11 -	Teor de sólidos solúveis totais e pH das formulações de recheios preparados com gordura low trans + suco concentrado de laranja (LT4; LT5; LT6) e gordura low trans + polpa de murici (MU19; MU20; MU21).....	116

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 -	25
Equação 2 -	59
Equação 3 -	60

LISTA DE SIGLAS

ABICAB	Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoins, Balas e Derivados.
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOCS	<i>American Oil Chemists Society</i>
DP	Desvio Padrão
DSC	<i>Differential Scanning Calorimeter</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA	<i>Food and Drugs Administration</i>
GRAS	<i>Generally Recognized As Safe</i>
ICA	<i>International Confectionary Association</i>
IOCC	<i>International Office of Cocoa and Chocolate</i>
M	Média
MUFA	Ácidos Graxos Monoinsaturados
PUFA	Ácidos Graxos Poli-insaturados
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada Brasileira
SFA	Ácidos Graxos Saturados
SFC	Conteúdo de Gordura Sólida
UFA	Ácidos Graxos Insaturados

LISTA DE SÍMBOLOS

δ	Ângulo de fase
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
$^{\circ}\text{GL}$	Gay-Lussac
η	Viscosidade aparente
η^*	Viscosidade dinâmica complexa
G^*	Módulo de cisalhamento complexo
G'	Módulo elástico ou de armazenamento
G''	Módulo viscoso ou de perda
T	Temperatura
τ	Tensão de cisalhamento
$\dot{\gamma}$	Taxa de cisalhamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 REOLOGIA DE ALIMENTOS.....	24
2.2 CONFEITARIA.....	29
2.3 RECHEIOS	31
2.3.1 <i>Fondant</i>	32
2.3.2 <i>Chocolate</i>	33
2.3.3 <i>Lecitina de Soja</i>	35
2.3.4 <i>Gorduras</i>	36
2.3.4.1 <i>Gorduras vegetais trans e low trans</i>	38
2.3.4.2 <i>Manteiga de cacau</i>	39
2.3.4.3 <i>Gordura de cupuaçu</i>	41
2.3.5 <i>Gomas</i>	43
2.3.5.1 <i>Goma guar</i>	45
2.3.5.2 <i>Goma chichá do Cerrado brasileiro</i>	47
2.3.6 <i>Laranja</i>	50
2.3.7 <i>Murici</i>	51
3 OBJETIVOS.....	54
3.1 OBJETIVO GERAL	54
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	54
4 MATERIAL E MÉTODOS	55
4.1 MATERIAL	55
4.2 MÉTODOS	56
4.2.1 <i>Caracterização das matérias primas</i>	56
4.2.1.1 <i>Reologia das gorduras</i>	56
4.2.1.2 <i>Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) das gorduras</i>	57
4.2.1.3 <i>Composição físico-química da polpa de murici</i>	58
4.2.1.3.1 <i>Umidade</i>	58
4.2.1.3.2 <i>Proteínas</i>	58

4.2.1.3.3 <i>Lipídios</i>	59
4.2.1.3.4 <i>Cinzas</i>	60
4.2.1.3.5 <i>Carboidratos totais</i>	61
4.2.1.3.6 <i>Composição em ácidos graxos do óleo extraído da polpa de murici</i> ...	61
4.2.1.3.7 <i>Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) do óleo extraído da polpa de murici</i>	62
4.2.1.4 <i>Determinação do pH das gomas guar e chichá</i>	62
4.2.1.5 <i>Reologia das gomas</i>	63
4.3 PARTE EXPERIMENTAL	63
4.3.1 <i>DESENVOLVIMENTO DE RECHEIOS COM VARIAÇÃO NO TEOR E NO TIPO DE GORDURA</i>	63
4.3.2 <i>DESENVOLVIMENTO DE RECHEIOS COM ADIÇÃO DE GOMAS E POLPA DE MURICI</i>	65
4.3.3 <i>CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DAS FORMULAÇÕES DESENVOLVIDAS</i>	67
4.3.4 <i>CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS RECHEIOS FORMULADOS COM POLPA DE MURICI</i> ..	68
4.3.4.1 <i>Umidade</i>	68
4.3.4.2 <i>Cinzas</i>	69
4.3.4.3 <i>Proteínas</i>	69
4.3.4.4 <i>Lipídios</i>	69
4.3.4.5 <i>Carboidratos totais</i>	70
4.3.4.6 <i>Valor calórico total</i>	70
4.3.4.7 <i>pH</i>	71
4.3.4.8 <i>Sólidos solúveis totais</i>	71
4.3 <i>AValiação estatística dos resultados</i>	71
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
5.1 <i>CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA</i>	72
5.1.1 <i>Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) e Conteúdo de Gordura Sólida (SFC) das gorduras</i>	72
5.1.2 <i>Reologia das gorduras</i>	75
5.1.3 <i>Composição química da polpa de murici</i>	80
5.1.4 <i>Composição em ácidos graxos do óleo extraído da polpa de murici</i>	81
5.1.5 <i>Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) do óleo extraído da polpa de murici</i>	83

5.1.6 <i>Reologia das gomas guar e chichá</i>	85
5.2 DESENVOLVIMENTO DE RECHEIOS COM VARIAÇÃO NO TEOR E NO TIPO DE GORDURA.	88
5.3 DESENVOLVIMENTO DE RECHEIOS COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR GOMA E POLPA DE MURICI	90
5.4 CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DE RECHEIOS COM VARIAÇÃO NO TEOR E NO TIPO DE GORDURA	92
5.5 CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DE RECHEIOS COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR GOMA	104
5.5 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE RECHEIOS FORMULADOS COM POLPA DE MURICI..	114
6 CONCLUSÕES	118
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXO A – FICHA TÉCNICA: BUNGE PRODULCE 37	137
ANEXO B - FICHA TÉCNICA: BUNGE PROMULT 44 LT	138
ANEXO C – CERTIFICADO DE QUALIDADE BUNGE	139

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos vem adotando medidas para reduzir a quantidade de ácidos graxos *trans* provenientes do uso da gordura parcialmente hidrogenada em seus produtos, desenvolvendo formulações e tecnologias alternativas que mantenham as mesmas características de qualidade (GRIMALDI; GONÇALVES, 2009). As gorduras *low trans* e de cupuaçu são alternativas para a confecção de produtos de confeitaria livre de *trans*, como em recheios de base gordurosa.

A manteiga de cacau é frequentemente utilizada em recheios, porém seu alto custo limita sua utilização em muitos produtos alimentícios, sendo substituída por outras gorduras, de desempenho tecnológico próximo e com preços inferiores (GRUNENVALDT, 2009). A gordura de cupuaçu pode ser uma das alternativas por apresentar compatibilidade com a manteiga de cacau (LANNES; MEDEIROS; GIOIELLI, 2003).

O teor e o tipo de gordura influenciam diretamente as propriedades sensoriais e reológicas dos recheios. O conhecimento da reologia é importante para controlar e aperfeiçoar processos, aumentando sua estabilidade e qualidade (PERESSINI, et al., 2002; BIRKETT; DENMARK, 2009). Além da gordura, outros ingredientes como chocolate, açúcar *fondant*, caramelos, amido, gomas e polpa de frutas, são usados na confecção de recheios para confeitaria (WEI et al., 2001; BILL, 2009). Pelos ensaios reológicos é possível entender o papel da gordura na formulação e sua interação com outros ingredientes.

Os frutos do muricizeiro (*Byrsonima verbascifolia*, Rich) e a goma chichá (*Sterculia striata*) são espécies da flora brasileira que podem ser utilizados em produtos para confeitaria visando a redução de gordura da formulação. Existe uma grande possibilidade de produção nacional de alguns polissacarídeos naturais como alternativas a produtos existentes ou manufatura de novos produtos (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009). Neste trabalho, a goma chichá é sugerida para aplicação em recheios, como estabilizante e redutor de gordura desses produtos. Sugere-se que a pesquisa e aplicação desses ingredientes geram grande perspectiva de sustentabilidade para o país.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Reologia de Alimentos

Muitas das propriedades de texturas que os humanos percebem quando consomem alimentos são basicamente de natureza reológica, isto é, cremosidade, suculência, maciez, suavidade e dureza. A estabilidade e aparência dos alimentos frequentemente dependem das características reológicas e de seus componentes (MCCLEMENTS, 2007). Em um sistema, a reologia pode determinar sua microestrutura. Em dispersões, a contribuição para a reologia provém das interações da fase contínua com inclusão dos componentes solúveis e partículas insolúveis dispersas nessa fase (SCHRAMM, 2006).

As medidas reológicas servem como instrumento para a indústria alimentícia na caracterização física de matérias-primas antes do processamento de produtos e durante sua fabricação, estimando a velocidade, cisalhamento e distribuição do tempo de residência no procedimento (ABU-JDAYIL; MOHAMEED; EASSA, 2004; DOGAN; KOKINI, 2007).

O primeiro uso da palavra “reologia” foi feito por Bingham em 1928 (STEFFE, 1996). A reologia é definida como a ciência que descreve a deformação e escoamento de um corpo sob a influência de tensões. Corpos neste contexto podem ser sólidos, líquidos ou gases (SCHRAMM, 2006). Um corpo pode deformar-se de três maneiras: modo elástico, plástico e viscoso. Na deformação elástica quando uma força é aplicada há completa recuperação instantânea quando a tensão é removida. No modo plástico, a deformação ocorre até um determinado valor limite, sendo permanente e não desaparecendo após a retirada da força. Já em um material viscoso a deformação é proporcional à força aplicada e não desaparece após a força ser removida (LANNES, 1997; STEFFE, 1996).

Alguns modelos reológicos são utilizados para descrever o comportamento dos fluidos usados em alimentos como: Lei da Potência (Ostwald-de-Waele), Herschel-Bulkley, Casson, Bingham e Mizrahi-Berk. Eles são escolhidos de acordo com as características do fluido (SCHRAMM, 2006).

O comportamento dos fluidos pode ser inicialmente dividido em Newtoniano e não-Newtoniano. Segundo a Lei de Isaac Newton, os fluidos Newtonianos apresentam relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamento (Equação 1) (TADROS, 2010; STEFFE, 1996).

(Equação 1)

$$\tau = \eta (\dot{\gamma})$$

Onde:

τ = tensão de cisalhamento (Pa)

η = viscosidade (Pa s)

$\dot{\gamma}$ = taxa de cisalhamento (s^{-1})

A maioria dos fluidos segue a lei de Newton, onde a viscosidade é constante, independente da velocidade de deformação ou do tempo. Entretanto, os produtos alimentares, apresentam comportamentos que não são descritos por essa lei e, por isso são considerados fluidos não-Newtonianos (STEFFE, 1996).

A viscosidade é a resistência do fluido ao escoamento, quando uma taxa de deformação é aplicada, sendo um importante parâmetro em processos contínuos e uma maneira de determinar a qualidade do mesmo. O comportamento reológico de um alimento durante o seu processo pode variar significativamente, pois a consistência e a composição do material podem ser alteradas, em etapas de mistura, aquecimento, resfriamento, homogeneização, aeração, fermentação, cristalização, contribuindo, portanto, na modificação da viscosidade (GOETZ et al., 2005; LEWIS, 2003; BHATTACHARYA, 1997).

Se um fluido apresenta viscosidade variável com a taxa de cisalhamento,

ele é denominado não-Newtoniano. Um fluido não-Newtoniano ainda pode ser definido, por exemplo, como dilatante (se a viscosidade aumentar com a taxa de cisalhamento) e Pseudoplástico (se a viscosidade diminuir quando a taxa de cisalhamento aumentar) que é um comportamento típico da maioria das soluções concentradas de polissacarídeos, sucos de frutas concentrados, molhos para saladas e emulsões (SANTOS, 2004; SCHRAMM, 2006; RAO, 2007).

Os fluidos não-Newtonianos também podem ser caracterizados como tixotrópicos, quando há a diminuição da viscosidade aparente do líquido com o tempo de aplicação a uma dada taxa de deformação. Este fenômeno é isotérmico e pode ser reversível sendo consequência da destruição gradual da “estrutura” construída pelas partículas da fase dispersa, cuja força de ligação não resiste à ação do cisalhamento imposto. Após a retirada da força cisalhante, o sistema volta à sua conformação original, recuperando novamente a sua viscosidade aparente inicial (NAVARRO, 1997).

A tixotropia é um fenômeno reológico de grande importância industrial. Um líquido tixotrópico é definido pelo seu potencial de ter uma estrutura de gel reversível sempre que a substância for mantida em repouso por um longo período de tempo, este comportamento pode ser observado em alguns alimentos como em papinhas para bebês ou iogurtes, que após serem produzidos e armazenados, esses alimentos vagarosamente desenvolvem uma rede tridimensional e podem ser descritos como géis. Quando submetidos ao cisalhamento (agitação através de uma colher) a estrutura se desfaz e o material alcança um espessamento mínimo, onde ele passa a existir em estado de líquido. Em alimentos que apresentam reversibilidade, a rede tridimensional é reconstruída e o estado de gel é reobtido novamente (STEFFE, 1996; SCHRAMM, 2006). O mel de abelhas é um exemplo clássico do comportamento tixotrópico, pois em condições normais escorre lentamente, entretanto, se aquecido ou cisalhado, escoar facilmente recuperando seu corpo natural, após um período de repouso (COSTA, 2006).

O comportamento tixotrópico é ilustrado na Figura 1. Submetido a uma taxa de cisalhamento constante a tensão de cisalhamento irá decair com o tempo. Durante o período de descanso o material pode recuperar completamente, parcialmente ou não recuperar a sua estrutura original, conduzindo à alta, média ou baixa resposta de torque na amostra (STEFFE, 1996).

Figura 1 - Comportamento tixotrópico observado em curvas de torque descendente (STEFFE, 1996).

A viscoelasticidade é caracterizada pela existência simultânea de propriedades viscosas e elásticas em um material e, para se determinar experimentalmente essas propriedades, são realizadas medidas reológicas oscilatórias ou dinâmicas. Determinam-se assim, o parâmetro G' (módulo de armazenamento ou elástico) associado às características elásticas do material e, G'' (módulo de perda ou viscoso) associado às características viscosas do material (BARNES et.al, 1989; SOUZA, 2004). A região viscoelastica é conhecida por ser a região onde a estrutura do gel é preservada, ou seja, os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') são independentes da frequência. Se uma substância for puramente viscosa, G' será igual a zero e se ela for puramente elástica, G'' será igual a zero, porém a maioria das substâncias apresenta ambos os componentes, G' e G'' (SCHRAMM, 2006). Quando o caráter sólido é predominante, devido a componentes altamente elásticos, pode criar dificuldades no projeto de equipamentos. Este comportamento é comum nas indústrias de polímeros sintéticos, porém ocorre também nas indústrias de alimentos em produtos com grande quantidade de proteína de trigo (STEFFE, 1996).

O teste oscilatório de um reômetro permite caracterizar o comportamento dos materiais estudados através dos módulos de viscosidade complexa (η^*), que dá a relação direta entre a viscosidade obtida em função da taxa de cisalhamento e a viscosidade determinada em função da frequência (SCHRAMM, 2006).

A varredura de frequência é o modo mais comum de teste oscilatório porque mostra como o comportamento elástico e viscoso de um material varia com as taxas de aplicação de deformação e tensões. Nesse teste a frequência da deformação é aumentada passo a passo enquanto que a amplitude do sinal de entrada (deformação ou tensão) é mantida constante (STEFFE, 1996; PERESSINI et al., 2002).

Realizar um teste oscilatório significa que o sensor do reômetro é desviado para a direita e para esquerda, em função do tempo, de um ângulo bastante pequeno, não mais que 1° . Este fato leva a uma conclusão muito importante para os testes dinâmicos e suas aplicações: amostras de fluídos viscoelásticos e mesmo de sólidos não são mecanicamente perturbadas e nem suas estruturas internas são rompidas durante o teste e as amostras são testadas reologicamente apenas com as estruturas em repouso (SCHRAMM, 2006).

Os resultados obtidos em testes oscilatórios são muito sensíveis para a composição química e arranjo físico, sendo apropriados a inúmeras aplicações como: determinação de força de gel, acompanhamento da gelatinização do amido em função da temperatura, caracterização de transições vítreas, desnaturação de proteínas, formação de coágulos em produtos de origem láctea, testes de *shelf-life* (vida de prateleira) e correlação de medidas instrumentais com a percepção sensorial (STEFFE, 1996).

A caracterização do fluido, por um teste rotacional, permite através das curvas de tensão e viscosidade, demonstrarem as características de seu comportamento, quando submetido à determinada taxa de cisalhamento. Com apenas uma pequena quantidade de amostra, fornecem uma medida contínua da relação taxa de deformação e tensão de cisalhamento e uma ampla faixa da taxa de deformação, favorecendo a análise do comportamento dependente do tempo (MENDONÇA, 2002; ADAMS et al., 2004). O teste rotacional prevê o comportamento do fluido quando em sistemas complexos, como extrusoras, misturadores e dosadores (ROBERTS et al., 2001; MIQUELIM, 2006).

As análises conduzidas em frequência de 1 Hz permitem determinar a região viscoelástica e obter o valor de tensão limite (*yield stress*), sendo este o valor de tensão máxima aplicada sobre o produto antes de sua desestruturação, ou a menor tensão necessária para que ocorra o início do movimento das estruturas (MUNIZAGA-TABILO; BARBOSA-CANOVAS, 2005). Mesmo com a aparente incorporação do conceito de *yield stress* em modelos reológicos, sua relação com a estrutura de um material ainda não foi completamente estabelecida (MARANGONI; WESDORP, 2013a).

2.2 Confeitaria

O surgimento da confeitaria está relacionado com a cultura egípcia há mais de 3.500 anos, onde se preparavam confeitos à base de frutas e nozes banhados em mel, além do uso de licores utilizados como aromatizantes e adoçantes naturais por centenas de anos. O mel foi a primeira forma de açúcar disponível até o desenvolvimento do açúcar proveniente da cana, que permitiu o desenvolvimento da confeitaria. Por volta do século XIII a Itália ficou conhecida mundialmente como a capital do açúcar. Inúmeras esculturas, algodão doce e, verdadeiras obras de arte foram inventadas a partir do açúcar (INTERNATIONAL CONFECTIONARY ASSOCIATION, 2011).

A confeitaria abrange as indústrias de chocolates, doces, goma de mascar e panificados. Segundo a legislação brasileira (Resolução - CNNPA nº 12, de 1978), os produtos de confeitaria são os obtidos por cocção adequada de massa preparada com farinhas, amidos, féculas e outras substâncias alimentícias, doces ou salgados, recheados ou não, designados por nomes populares consagrados, ou de acordo com a substância que o caracteriza (BRASIL, 1978a).

O balanço anual (Figuras 2 e 3) apresentado pela Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados (ABICAB), mostra o crescimento do Brasil no setor de confeitaria, por produção, consumo aparente, exportação e importação (Mil toneladas) de chocolates, balas, confeitos, gomas de mascar e derivados entre os anos de 2006 e 2011.

Figura 2 - Produção, consumo aparente, exportação e importação em volume (Mil toneladas) de balas, confeitos, gomas de mascar e derivados entre 2006 e 2011 (ABICAB, 2012).

Figura 3 - Produção, consumo aparente, exportação e importação de chocolates, sob todas as formas, em volume (Mil toneladas) entre 2006 e 2011 (ABICAB, 2012).

2.3 Recheios

Recheios são componentes utilizados no preparo de bombons, *donuts*, bolos, tortas e confeitos em geral (HILL; MITCHELL; SHERMAN, 1995). Podem ser elaborados a partir de açúcar *fondant*, caramelos e preparados de frutas e a partir deles pode ser desenvolvida uma ampla gama de produtos diferentes para o mercado (BILL, 2009). A composição da base do recheio inclui limitações em sua produção, no seu armazenamento, na aplicação (cobertura ou preenchimento) e nas características sensoriais do produto (BIRKETT; DENMARK, 2009).

O uso de bases de frutas no preparo de recheios auxilia no fornecimento de sabor e cor, reduzindo a necessidade de adição de corantes e saborizantes (MIQUELIM; ALCÂNTARA; LANNES, 2011). Quando utilizadas em recheios para bombons, as frutas podem ser cristalizadas e cobertas com chocolate, estar na forma de geléia ou usadas para produzir recheios de consistência cremosa (SOLER; QUEIROZ; VEIGA, 1996; MIQUELIM, 2006).

Os hidrocolóides como as gomas guar, xantana, k-carragena e carboximetil celulose (CMC) são utilizados com a finalidade de promover características importantes como boa liberação do aroma e transparência ao recheio (LENNOX, 2002). Em recheios preparados com frutas, em altas concentrações de açúcar, aumentam sua estabilidade (YOUNG et al., 2003).

Os recheios produzidos em base gordurosa são frequentemente descritos como *nougats* e trufas. De um modo geral, o teor de gordura varia de 30 a 60% m/m do produto, e sua viscosidade diminui à medida que aumenta o teor e tipo de gordura (BIRKETT; DENMARK, 2009). Quando um recheio contendo gorduras é utilizado no preenchimento da casca de chocolate produzida através de um molde ou quando tal recheio é coberto por uma camada de chocolate, ambos tendem a atingir o equilíbrio químico e os componentes da gordura tendem a se tornar homogêneos (TIMMS, 2002). Entretanto, recheios produzidos com certas gorduras vegetais, apresentam problemas como à migração da gordura para a superfície do produto, pela incompatibilidade com a manteiga de cacau presente no chocolate, por isso as gorduras não láuricas podem ser utilizadas por questão de compatibilidade (ALI et al., 2001; TIMMS, 2002).

A quantidade e o tipo de gordura têm influência direta sobre as propriedades sensoriais e reológicas dos recheios, critérios como: ponto de fusão, firmeza, contração, adesividade, cristalização, velocidade de solidificação, velocidade de liberação de aroma (estabilidade aos aromas), estabilidade a temperatura desejada, miscibilidade com outros componentes do recheio e habilidade de aeração, devem ser considerados na escolha do tipo de gordura utilizada. Para recheios de bombons, é necessário utilizar gorduras que apresentem ponto de fusão próximo ao da temperatura da boca (LANNES; GIOIELLI, 1998; LIPP; ANKLAM, 1998; TIMMS, 2002; BIRKETT; DENMARK, 2009; TALBOT, 2009).

Nos recheios, a reologia pode controlar a textura do produto percebida pelo consumidor, além de prever como o produto poderá ser moldado (BILL, 2009). O conhecimento sobre a microestrutura dos recheios garante sua qualidade, prolongando sua vida de prateleira (ROSSEAU, 2007).

2.3.1 Fondant

Conforme a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2005), açúcar é a sacarose obtida a partir do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ou de beterraba (*Beta alba* L.), que é menos utilizado. São também considerados açúcares os monossacarídeos e demais dissacarídeos, podendo se apresentar em diversas granulometrias e formas de apresentação.

O *fondant* é um produto obtido a partir da cristalização controlada da sacarose em um xarope médio. Sua composição típica é sacarose (60-80%) e xarope de glicose (20-40%). É elaborado a partir da dissolução da sacarose e do xarope na água, seguido pela fervura, resultando em uma calda concentrada. A calda é batida sob refrigeração para induzir a cristalização. O *fondant* obtido é normalmente deixado para maturação por um dia antes de ser utilizado. As quantidades de xarope de glicose e de açúcar adicionado influenciam no tamanho final do cristal formado, após o processamento do produto. A enzima invertase pode ser adicionada ao *fondant* para reduzir a atividade de água e evitar o ressecamento. (LAWRENCE; ASHWOOD, 1999; BILL, 2009).

2.3.2 Chocolate

O chocolate é um produto derivado do cacau (*Theobroma cacao*, família *Sterculiaceae*), fruto típico da América do Sul (Figura 4). Acredita-se que tenha surgido nos vales do rio Orinoco e na Amazônia. Os quatro tipos principais de cacau são denominados de *Criollo*, que abrange cerca de 5% da produção mundial; *Forasteiro*, mais comum; *Nacional*, cultivado no Equador e o *Trinitario*, que é uma variedade híbrida do *Criollo* e *Forasteiro*, mais resistente a pragas e doenças (FOWLER, 1999).

Figura 4 - Fruto da espécie *Theobroma cacao*

Até meados do século XIX era consumido exclusivamente na forma de uma bebida líquida (*chocolatl*), elaborada a partir da mistura entre amêndoas de cacau fermentadas, torradas e moídas, adicionada de água e de especiarias. Embora o valor comercial do cacau tenha sido reconhecido ainda no século XVI, o chocolate em barras começou a ser vendido apenas em 1861, na Suíça (BECKETT, 1994).

O chocolate é definido como uma suspensão semissólida de partículas sólidas não gordurosas como o açúcar e o cacau, em cerca de 70%, em uma fase gordurosa contínua, representada pela manteiga de cacau (BECKETT, 2008). Seu efeito atrativo se deve aos ingredientes presentes em sua formulação e aos resultados que estes impõem ao produto final (gordura, açúcar, textura e aroma).

Sua digestão se faz facilmente, principalmente devido às gorduras que entram em sua composição: 39% de ácidos graxos não saturados, sendo 37% de ácido oleico e 2% de ácido linoleico, indispensável ao organismo (RICHTER; LANNES, 2007).

A composição do chocolate varia em todo o mundo devido à diferença de gostos e legislação, que determina a porcentagem de cacau e sólidos do leite adicionais, a quantidade e tipos de gorduras vegetais permitidas (RICHTER; LANNES, 2007). Compreender a microestrutura do chocolate é um elemento-chave para elucidar e controlar o *fat bloom* em chocolates sólidos ou recheados (ROUSSEAU; SMITH, 2008). As gorduras encontradas no chocolate incluem a manteiga de cacau, gordura do leite e gordura vegetal (MARTIN, 1994).

De acordo com a legislação brasileira, Resolução - RDC 264, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2005), o chocolate pode ser produzido a partir da massa (pasta ou liquor) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25% (g/100 g) de sólidos totais de cacau, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados. Já o chocolate branco pode ser obtido pela mistura de manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 20% (g/100 g) de sólidos totais de manteiga de cacau.

O chocolate foi considerado por muito tempo um vilão para saúde, porém o número de estudos sobre os polifenóis presentes nas sementes de cacau (de 12 a 20% de seu peso seco e desengordurado), tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, principalmente relacionando-os aos benefícios à saúde humana, sabe-se que essas substâncias desempenham importante função antioxidante no sistema cardiovascular (NEBESNY et al., 2005; AFOAKWA et al., 2007; EFRAIM et al., 2011).

A manipulação ideal do chocolate deve ocorrer na forma derretida, devido ao polimorfismo da manteiga de cacau, ou seja, à sua capacidade de cristalizar em diferentes formas dependendo das condições de resfriamento. O chocolate deve ser temperado (pré-cristalizado) antes das etapas de moldagem ou recobrimento. A temperagem é um processo de cristalização controlada que submete o chocolate a tratamentos térmicos e mecânicos (BONZAS, BROWN, 1999; LUCAS, 2001).

O chocolate fundido exibe comportamento de um fluido não Newtoniano que pode ser descrito como um número, através de modelos matemáticos como o de Bingham, Herschel-Bulkley e o modelo de Casson, adotado desde 1973 como

método oficial para a caracterização das propriedades reológicas do chocolate pelo *International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionery* (IOCCC) (SOKMENS; GUNES, 2006).

A viscosidade do chocolate está relacionada à composição, teor de gordura, teor de umidade, distribuição granulométrica das partículas e tipo e quantidade de emulsificantes utilizados (AFOAKWA et al., 2007; LUCCAS, 2001). Na indústria de chocolates a viscosidade é usada, por exemplo, como ferramenta para dimensionar tubulações e bombas utilizadas no transporte de chocolate fundido na planta de fabricação. Em aspectos práticos, o chocolate precisa fluir de acordo com sua utilização, por exemplo, chocolate utilizado como cobertura de bombons precisa fluir mais do que aquele utilizado para produção de tabletes (LANNES; GIOIELLI, 1997).

O conhecimento das propriedades reológicas do chocolate se faz importante no desenvolvimento e obtenção de produtos de alta qualidade, com textura bem definida, além do controle de fabricação desde a composição do produto, que é a principal característica responsável por alterações nos atributos de fluxo (SERVAIS et al., 2004; GONÇALVES; LANNES, 2010). Portanto, medidas reológicas muitas vezes dão informações relacionadas ao caráter sensorial do chocolate (AFOAKWA, 2010).

2.3.3 Lecitina de Soja

A lecitina é utilizada como emulsificante em diversas emulsões alimentícias, como em chocolates, pães, maionese, entre outros (WHITEHURST, 2004). As funções dos emulsificantes são: possibilitar uma homogeneização perfeita entre gordura e água; estabilizar a emulsão evitando que haja separação da gordura do produto; proporcionar uma sensação de maior quantidade de gordura no produto; proporcionar plasticidade, suavidade e antiaderência ao produto e distribuir melhor o aroma (WENDEL, 2001).

A lecitina de soja é obtida como subproduto da produção do óleo de soja através da remoção dos fosfolipídios no processo de degomagem (RYDHAG;

WILTON, 1981). A lecitina também é encontrada na gema do ovo e em diferentes óleos como o de girassol (WHITEHURST, 2004).

No chocolate, a lecitina de soja reduz o *fat bloom* (migração de gordura para a superfície), a viscosidade da massa e o valor de rendimento. O efeito nas características do chocolate depende de sua quantidade e um excesso pode ter um resultado negativo nas propriedades reológicas e sensoriais, podendo deixar um gosto amargo e desagradável em concentrações acima de 0,4 g /100 g (NEBESNY et al., 2005). Na confecção de recheios em base gordurosa proporciona uma viscosidade aceitável e reduz a utilização de gordura (BIRKETT; DENMARK, 2009).

2.3.4 Gorduras

As gorduras são responsáveis por desempenhar funções variadas e importantes no organismo, como o fornecimento de calorias, ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis. Elas são consideradas ingredientes "chave" para os aspectos sensoriais e para as propriedades funcionais dos alimentos, pois influenciam no ponto de fusão, consistência, na formação de cristais e na espalhabilidade de muitos alimentos, além disso, são responsáveis pelo sabor, aroma, cremosidade, aparência, aeração, estabilidade e sensação de saciedade após as refeições (BECKER-ALMEIDA, 2008; ADA, 2005; WARD, 1997; CLARK, 1994). Entretanto, o consumo de altas quantidades de óleos e gorduras tem sido frequentemente associado à obesidade e a vários tipos de doenças crônicas (MATTESS, 1998). Para diminuir a gordura e o valor calórico dos alimentos pode-se reduzir ou eliminar a gordura da formulação, aumentando a quantidade de proteínas, carboidratos, fibras e água (WARD, 1997).

Segundo a legislação brasileira (ANVISA, 2005) as gorduras de origem vegetal são derivadas de várias fontes e definidas como produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais. Quimicamente, todos os óleos e gorduras são considerados triacilgliceróis ou ésteres de glicerol e ácidos graxos, sendo estes responsáveis pelas diferentes propriedades observadas nestas moléculas em virtude de seu tamanho, saturação e/ou posição à qual se ligou

no grupo glicerol. Ao se comparar cadeias do mesmo tamanho, estruturas saturadas são menos reativas que aquelas que possuem insaturações (O' BRIEN, 2004).

Ácidos graxos insaturados podem existir nas configurações *cis* e *trans*, com diferentes propriedades físico-químicas. Por suas características estruturais, os ácidos graxos na forma *trans* têm ponto de fusão mais elevado quando comparado com seu isômero *cis* correspondente, mas inferior ao ponto de fusão do ácido graxo saturado com mesmo número de átomos de carbono. Assim, os isômeros *trans* podem ser considerados como intermediários entre um ácido graxo original insaturado e um ácido graxo completamente saturado (O' BRIEN, 2004).

O comportamento de cristalização dos lipídeos tem implicações muito importantes, principalmente no processamento industrial de produtos cujas características físicas (consistência e ponto de fusão) são afetadas pela estrutura do cristal de gordura, como em chocolates, margarinas e *shortenings* (SATO, 2001; MARANGONI; WESDORP, 2013b). A maior parte do conhecimento sobre a estrutura cristalina das gorduras vem de estudos efetuados com difração de raios-x. A estrutura do cristal depende do tipo específico de triacilglicerol (TAG) presente, da composição e distribuição dos ácidos graxos, da pureza do TAG e das condições de cristalização (temperatura, taxa de resfriamento, cisalhamento, e do solvente) (MARANGONI; WESDORP, 2013b).

O processo de cristalização ocorre em duas fases: nucleação e crescimento dos cristais. A nucleação envolve a formação de agregados de moléculas que excederam um tamanho crítico e são, portanto, estáveis (HERRERA et al., 1998; TIMMS, 1995). As três formas polimórficas dos cristais de gordura, em ordem crescente de estabilidade termodinâmica, são: alfa (α), beta prima (β') e beta (β), sendo que a escolha da gordura deve estar baseada na sua forma de cristalização β' para promover as propriedades ótimas de cremosidade (ROUSSEAU, 2007; GRIMALDI; GONÇALVES, 2009).

2.3.4.1 Gorduras vegetais *trans* e *low trans*

Gorduras *trans*, que contêm ácidos graxos na forma *trans*, podem ser produzidas por hidrogenação natural ou industrial. A biohidrogenação ocorre quando os ácidos graxos ingeridos por ruminantes são parcialmente hidrogenados por sistemas enzimáticos da microbiota intestinal desses animais. Já a hidrogenação industrial consiste na adição de nitrogênio a óleos vegetais poli-insaturados com o auxílio de um catalisador, sob pressão e temperatura apropriada. Esse processo promove a formação de ácidos graxos com ponto de fusão elevado, devido à orientação linear nas moléculas *trans* e ao aumento no índice de saturação e maior estabilidade ao processo de oxidação lipídica (CRAIG-SCHMIDT; TEODORESCU, 2008).

A gordura vegetal hidrogenada é responsável pela maior parte do consumo de ácidos graxos *trans* na dieta alimentar. No Brasil, a hidrogenação comercial de óleos vegetais data da década de 50, visando à produção de gorduras técnicas (*shortenings*), margarinas e gorduras para frituras. Com o desenvolvimento de técnicas de hidrogenação seletiva, os óleos vegetais processados rapidamente substituíram as gorduras animais na dieta dos brasileiros. Estas gorduras foram largamente empregadas na produção de diversos alimentos, como margarinas, coberturas de chocolate, biscoitos, produtos de panificação, sorvetes, massas e batatas “chips”, entre outros (MARTIN et al., 2005).

No passado, a formação de isômeros *trans* foi considerada vantagem tecnológica, uma vez que, devido a seu maior ponto de fusão em relação aos correspondentes isômeros *cis*, favorecem a criação dos níveis de sólidos desejáveis das gorduras hidrogenadas (PETRAUSKAITE et al., 1998; KARABULUT; KAYAHAN; YAPRAK, 2003).

As evidências científicas relacionadas ao impacto negativo dos ácidos graxos *trans* na saúde têm fornecido subsídios para que o consumo de gordura parcialmente hidrogenada seja minimizado, fato corroborado por mudanças progressivas na legislação em diversos países. O desafio da indústria de alimentos na substituição da gordura *trans* em diversos produtos reside no desenvolvimento de formulações que apresentem funcionalidade equivalente e viabilidade econômica,

não acarretando, entretanto, aumento substancial do teor de ácidos graxos saturados nos alimentos (RIBEIRO et al., 2007).

As gorduras *low trans*, obtidas livres de ácidos graxos *trans*, por exemplo, interesterificação, passaram a substituir a gordura vegetal hidrogenada. A interesterificação de óleos e gorduras pode ser química ou enzimática, nesse processo os ácidos graxos são redistribuídos nas ligações éster, criando novos grupos, sem a formação de isômeros *trans*. O processo de interesterificação química tem sido muito utilizado por sua facilidade e baixo custo, e normalmente é realizado com misturas de gorduras altamente saturadas com óleos líquidos (RIBEIRO et al., 2007; GRIMALDI; GONÇALVES, 2009; O'BRIEN, 2009). Em geral, "blends" de gorduras a base de óleo de coco e palma não precisam de hidrogenação ou esterificação, por isso apresentam grande potencial no desenvolvimento de produtos gordurosos mais saudáveis (YUSSOF et al., 2012).

2.3.4.2 Manteiga de cacau

A manteiga de cacau representa sua fase contínua, responsável pela dispersão das partículas sólidas de cacau, açúcar e leite (CHASERI; DIMICK, 1987; GUNNERDAL, 1994; LIPP; ANKLAM, 1998). Além disso, é considerada uma das matérias-primas que compõe o chocolate, de maior importância e custo, sendo responsável por diversas características de qualidade do produto, como dureza e quebra à temperatura ambiente, fusão rápida e completa na boca, brilho, contração durante o desmolde, rápido desprendimento, mais aroma e sabor na degustação (AFOAKWA et al., 2007).

Na confeitaria é aplicada, principalmente, como um componente na formulação de recheios de chocolate (TALBOT, 2009). Entretanto, seu alto custo limita sua utilização em muitos produtos alimentícios, sendo substituída por outras gorduras, de desempenho tecnológico próximo e com preços inferiores (GRUNENVALDT, 2009).

A manteiga de cacau apresenta coloração amarelada, sabor e odor característicos. Quando cristalizada em sua forma mais estável, é dura e quebradiça

em temperaturas inferiores a 30 °C e derrete completamente a 35 °C. Possui boa estabilidade oxidativa devido à presença de agentes antioxidantes naturais e quando utilizada na fabricação de chocolate apresenta viscosidade adequada para esta finalidade (BECKETT, 1994). É composta por três ácidos graxos principais que representam mais de 95% dos presentes, 35% são de ácido oléico (C18:1), 34% são de ácido esteárico (C18:0) e aproximadamente 26% de ácido palmítico (C16:0) (LANNES; GIOIELLI, 1995; BECKETT, 2004). O ácido palmítico e esteárico, conferem características únicas de cristalização e derretimento, essenciais na fabricação de chocolates e produtos derivados (AFOAKWA et al., 2007).

Como consequência da mistura de triacilgliceróis em sua composição, a manteiga de cacau configura-se de maneira polimórfica, apresentando entre 4 e 6 formas cristalinas distintas. Embora muitos estudos discordem no número de cristais existentes na manteiga de cacau, são bem estabelecidos e aceitos (ROUSSEAU, 2007).

Das formas cristalinas, a mais estável às oscilações da temperatura ambiente é a forma β (VI), enquanto as demais sofrem transições e se fundem. Um produto à base de manteiga de cacau com boas características de qualidade (textura, cor e brilho) é obtido após o completo derretimento sem nenhuma forma cristalina presente (temperatura entre 45 °C e 50 °C). O processo de pré-cristalização inicia-se com resfriamento lento e gradual, com movimentação constante, induzindo a formação dos cristais β (VI) estáveis de maneira homogênea (MCGAULEY; MARANGONI, 2002; SCHENK; PESCHAR, 2004). As formas de empacotamento molecular da manteiga de cacau podem ser alteradas quando essa é misturada com outras gorduras vegetais alternativas e com a gordura de leite, exigindo alterações nas condições de processo (LUCCAS, 2001).

Algumas gorduras vegetais apresentam similaridade à manteiga de cacau quanto a sua composição de triacilgliceróis. Elas são classificadas como equivalentes da manteiga de cacau (CBEs-*cocoa butter equivalents*) e podem ser adicionados em substituição a qualquer proporção no chocolate, sem causar um efeito significativo sobre sua textura. A legislação europeia permite a adição de até 5% de CBEs na produção de chocolates (COCOA AND CHOCOLATE PRODUCTS REGULATIONS, 2003). As gorduras substitutas da manteiga de cacau (CBRs-*cocoa butter replacers*), também são aplicadas na indústria chocolateira. Elas não

necessitam de temperagem, entretanto só podem ser utilizadas se quase toda a manteiga de cacau for substituída (TALBOT, 1999; WHITEFIELD, 2005).

Pela legislação brasileira, até o ano de 2003, só podia ser denominado de chocolate o produto composto unicamente por manteiga de cacau como fase gordurosa, além da gordura de leite, presente nos chocolates ao leite e branco. Com as mudanças na legislação (ANVISA, 2005), novas perspectivas surgiram para os fabricantes de gorduras e de chocolates, já que a substituição parcial da manteiga de cacau por outras gorduras vegetais alternativas foi liberada. Diferente da legislação brasileira, que permite qualquer tipo de lipídeo como substituto, as normas aplicadas em países da Ásia, Europa e nos Estados Unidos estabelecem critérios bem definidos na caracterização do tipo de gordura alternativa empregada (GRUNENVALDT, 2009).

2.3.4.3 Gordura de cupuaçu

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schumann, família *Sterculiaceae*), Figura 5, é uma espécie de origem amazônica que pertence ao mesmo gênero do cacau (*Theobroma cacao* L.). As sementes dessa fruta apresentam cerca de 60% de lipídeos, sendo uma fonte promissora de gordura para formulação de chocolates (VASCONCELOS et al., 1975; CAVALCANTE, 1991; COHEN; JACKIX, 2009). O processamento da semente é similar ao tratamento de sementes de cacau: fermentação, moagem, torrefação e pressionamento para obtenção da gordura (LANNES, 2003). Durante a fermentação das sementes de cupuaçu, as gorduras permanecem inalteradas em 63,5% do peso seco, e ocorrem mudanças na coloração de um creme bege para um caramelo escuro avermelhado. O sabor e o aroma das sementes fermentadas são diferentes das sementes de cacau fermentadas (ARAGÃO, 1992).

Figura 5 - Frutos da espécie *Theobroma grandiflorum*, Schumann.

Embora a composição de ácidos graxos da gordura de cupuaçu seja semelhante à da manteiga de cacau, existem algumas diferenças como na quantidade de ácido palmítico, que é menor (7,8%) do que na manteiga de cacau (26,1%), e na quantidade de ácido oleico, que é maior na gordura de cupuaçu (LANNES; MEDEIROS; GIOIELLI, 2004).

Sabe-se que consumo de ácido palmítico (C16:0), está relacionado com o aumento dos níveis de colesterol no sangue. O baixo teor de C16:0 na gordura de cupuaçu pode ser considerado uma vantagem no ponto de vista nutricional (SILVA, et al., 2009).

Os pontos de fusão da gordura de cupuaçu são superiores (33,9 °C) aos da manteiga de cacau (31,0 °C) (LUCCAS, 2001). Em relação às propriedades físicas e cristalinas, a gordura de cupuaçu apresenta dureza menor e tempo de cristalização inferior ao da manteiga de cacau. O conteúdo de gordura sólida, a temperatura ambiente, da manteiga de cacau é superior ao da gordura de cupuaçu e da mistura de ambas. A gordura de cupuaçu e a sua mistura com a manteiga de cacau podem ser usadas na elaboração de produtos análogos ao chocolate para localidades cuja temperatura é amena (LANNES; MEDEIROS; GIOIELLI, 2003).

A gordura de cupuaçu pode ser uma alternativa para substituir a manteiga de cacau por apresentar compatibilidade (LANNES; MEDEIROS; GIOIELLI, 2003). O estudo das propriedades da gordura de cupuaçu e as interações com a manteiga de cacau são importantes para aplicação dessas gorduras na indústria confeitaria (MEDEIROS et al., 1999; LANNES, 2003). Entretanto, de acordo com a União Europeia, a gordura de cupuaçu não pode ser considerada como gordura equivalente à manteiga de cacau, por não satisfazer a dois critérios analíticos

estabelecidos: possuir menos que 65% de triacilgliceróis do tipo SOS (saturado, ácido oléico, saturado) e apresentar mais que 45% de ácidos graxos insaturados (LUCCAS, 2001).

Luccas (2001) e Ruscheinsky (2005) realizaram ensaios de fracionamento térmico para modificar a gordura de cupuaçu e torná-la equivalente à manteiga de cacau e obtiveram bons resultados em relação às suas possíveis aplicações na fabricação de chocolates. Quast (2008), trabalhando apenas com a fase lipídica, obteve excelentes resultados com o emprego de misturas de manteiga de cacau com outras gorduras alternativas. A adição de até 30% de gordura de cupuaçu na manteiga de cacau não afeta de maneira significativa as propriedades físicas da mistura se comparado com manteiga de cacau pura (QUAST; LUCCAS; KIECKBUSCH, 2011).

Estudos por meio de calorimetria diferencial de varredura e padrões de difração de raios X confirmaram que a manteiga de cacau e a gordura de cupuaçu apresentam similaridade térmica e estrutural com comportamento polimórfico predominante na forma β (LANNES, 2008; SILVA et al., 2009; QUAST; LUCCAS; KIECKBUSCH, 2011).

De acordo com Gilabert-Escrivá (2002) tanto a gordura de cupuaçu pura como a desodorizada podem ser usadas em substituição à gordura hidrogenada na elaboração de produtos de panificação e na produção de sorvetes.

2.3.5 Gomas

Gomas ou hidrocolóides são moléculas hidrofílicas ou hidrofóbicas de alta massa molar, que possuem propriedades coloidais e a capacidade de aglutinar ou gelificar sistemas aquosos (WHISTLER, 1973). Podem ser obtidas de diversas fontes, incluindo extratos de algas marinhas, como os alginatos, agar, carragena; extratos de sementes, jataí ou locusta (LBG), guar; exsudatos vegetais, arábica ou acácia, adraganta, ghatti e caraia; microrganismos (fermentação), xantana, gelana; extrato de tubérculo, konjac; e celuloses quimicamente modificadas e pectinas (DOSSIÊ GOMAS..., 2011).

A composição das gomas é considerada heterogênea. Após hidrólise dos polissacarídeos complexos, os componentes mais frequentemente observados são arabinose, galactose, glucose, manose, xilose e vários ácidos urônicos. Estes últimos podem formar sais com cálcio, magnésio e outros cátions; as substituições com éter metílico e éster sulfato modificam ainda mais as propriedades hidrófilas de alguns polissacarídeos naturais. Elas são classificadas de acordo com as cadeias principais e laterais do polissacarídeo que as compõem. Com base nesta classificação as gomas podem estar incluídas no grupo das arabinogalactanas substituídas, glucuronomananas, glicanoramnogalacturonanas ou xilanas altamente substituídas (STEPHEN, 1983; DOSSIÊ GOMAS..., 2011).

As propriedades funcionais das gomas são afetadas pelo tamanho e orientação molecular, ligações iônicas e de hidrogênio, tamanho da partícula, temperatura e concentração. A distribuição espacial dos monômeros formadores e a presença ou não de ramificações são muito importantes (DOSSIÊ GOMAS, 2011). Seu grau de aglomeração pode variar de acordo com o tipo de goma e normalmente são utilizadas em concentrações abaixo de 1% (GLICKSMAN, 1982).

As gomas de exsudato vegetal são substâncias exsudadas através dos frutos, galhos ou troncos de plantas produzidas espontaneamente como parte do metabolismo natural ou, mais frequentemente, em resposta à injúria mecânica e invasão microbiana, a produção de exsudatos gomosos em grandes quantidades serve para vedação e evitar a desidratação (MARQUES; XAVIER FILHO, 1991; DOSSIÊ GOMAS..., 2011). A adaptação do vegetal a determinadas condições climáticas pode provocar a produção destas gomas, processo este designado "gomose fisiológica" (POSER, 2000).

Os polissacarídeos são os componentes mais abundantes nas gomas de exsudatos, entretanto, em algumas gomas foi descrita a presença de oligossacarídeos livres redutores como componentes glicídicos minoritários, proteínas, compostos fenólicos, enzimas como oxidases (peroxidases e polifenoloxidases) e quitinases, envolvidas na resposta do vegetal à infecção por patógenos (JONES; SMITH, 1949; MARQUES; XAVIER-FILHO, 1991; DELGOBO et al., 1998; MENESTRINA et al., 1998; TISCHER; GORIN; IACOMINI, 2002).

Na indústria as gomas de exsudatos mais utilizadas são: arábica, caraia, ghatthi e tragacanto. Elas podem ser empregadas nas indústrias de detergentes,

têxtil, de adesivos, de papel, de tintas, alimentícia, farmacêutica e de cosméticos (WHISTLER, 1993; RODRIGUES; PAULA; COSTA, 1993).

Em alimentos industrializados, esses hidrocolóides atuam no controle de textura e na estabilização desses produtos, pois previnem ou retardam uma série de fenômenos físicos como a sedimentação de partículas sólidas suspensas no meio, a cristalização da água ou do açúcar e a agregação ou desagregação de partículas dispersas (FREITAS et al., 1996). Em produtos com redução parcial ou total de gordura, as gomas minimizam as alterações de textura e evitam a separação de fases em emulsões (KATZBAUER, 1998; TONELI; MURR; PARK, 2005).

As gomas podem substituir gorduras em algumas formulações, pois apresentam capacidade de se solubilizar ou intumescer em sistemas aquosos, fornecendo características de viscosidade semelhante às gorduras (GLICKSMAN, 1991). Além disso, a substituição de gordura por ingredientes com baixo conteúdo calórico, tem revolucionado o setor alimentício, devido à demanda proveniente de consumidores preocupados com a saúde. Esse fator tem permitido o avanço tecnológico e muitas melhorias estão sendo efetuadas com relação à funcionalidade e a palatabilidade desses produtos (MONTEIRO et al., 2006). A adição de goma em alimentos pode também fornecer benefícios nutricionais associados ao consumo de fibra dietética (LANEUVILLE; PAQUIN; TURGEON, 2005; WARD, 1997).

O uso de gomas naturais, no setor alimentício, é considerado seguro pela *Food and Drug Administration* (FDA) e existe uma grande possibilidade de produção nacional de alguns polissacarídeos naturais, sendo uma alternativa a produtos existentes ou manufatura de novos produtos (GLICKSMAN, 1991; CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009).

2.3.5.1 Goma guar

A goma guar é extraída das sementes da espécie *Cyamopsis tetragonoloba* L, que pertence a família das leguminosas. A maior parte da produção dessa goma ocorre na Índia e no Paquistão, porém tem sido cultivada em menor

grau nos Estados Unidos, em regiões temperadas da Europa e em áreas tropicais como na América Central, Brasil, África e Austrália (ELLIS et al., 2001).

É composta por galactomanana na proporção de 2:1 de manose para galactose. Geralmente, galactomananas são compostas por manose em cadeia principal, com cadeias moleculares de galactose em cadeias laterais, (Figura 6) (KULICKE et al, 1996; BUTT et al., 2007).

Figura 6 - Estrutura molecular da goma guar (MATHUR, 2011).

Em água fria, a goma guar é rapidamente hidratada, gerando soluções bastante viscosas, que apresentam comportamento pseudoplástico. Em concentrações em torno de 1%, tais soluções são tixotrópicas. É mais solúvel que a goma locusta e suas propriedades de emulsificação são maiores. Não é afetada pela força iônica do meio onde é aplicada, mas em combinações extremas de pH e temperatura sofre degradação. Interage sinergicamente com a goma xantana. É levemente tixotrópica na presença de caseínas, levando a um sistema bifásico (CHAPLIN, 2008).

A goma guar tem uma infinidade de aplicações na indústria de alimentos como em iogurtes, produtos líquidos a base de queijo, recheios de produtos panificados e sobremesas em geral. Normalmente é incorporada em concentrações de 1 g/100 g para facilitar a gelificação, espessamento e emulsificação de produtos alimentícios (FLAMMANG, et al., 2006; BANERJEE; BHATTACHARYA, 2012). Também pode substituir a gelatina em sistemas de espuma, em concentrações de

0,4%, para a criação de um produto com melhor estabilidade e capacidade de recuperação de estrutura (MIQUELIM; LANNES, 2009).

2.3.5.2 Goma chichá do Cerrado brasileiro

O Bioma Cerrado originalmente cobria uma área de dois milhões de km², representando 23% do território brasileiro, perdendo em tamanho apenas para a Floresta Amazônica (RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2006; KLINK; MACHADO, 2005; PROENÇA; OLIVEIRA; SILVA, 2000). É reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade com a presença de diversos ecossistemas, incluindo espécies nativas frutíferas, seus frutos apresentam elevados teores de açúcares, proteínas, ácidos graxos e sais minerais (SILVA et al., 2001), além de vitaminas do complexo B e carotenoides (AGOSTINI-COSTA; VIEIRA, 2000). Tais frutos podem ser consumidos *in natura* ou em diversas outras formas, gerando um vasto interesse para o aproveitamento alimentar regional (MANCIN, 2002). Entretanto, a expansão agrícola do país tem desprezado o potencial de uso da flora nativa, acarretando na destruição da cobertura original do Cerrado (RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2006; FELFILI et al., 2002).

A *Sterculia striata* A. St. HILL & NAUDIN é uma espécie típica do Cerrado brasileiro. Essa árvore tem rápido crescimento e apresenta altura de 8 a 14 m por 7 a 10 m de diâmetro de copa, suas folhas são recortadas em 3 a 5 lobos que caem durante a época seca. Sua madeira é leve e macia, própria para obras internas, forros, artesanato, fabricação de palitos de fósforo e caixas (RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2006; LORENZI, 2002; SILVA et al., 2001).

O “chichá do Cerrado” é o fruto proveniente da árvore *Sterculia striata*, que antigamente pertencia à família *Sterculiaceae* e foi reclassificada, com base em dados filogenéticos do *Angiosperm Phylogeny Group* (APG, 2003), passando a compor a família *Malvaceae*. Esta família é constituída por 243 gêneros e 4225 espécies distribuídas por quase todo o mundo, com exceção de regiões muito frias, ocorrendo predominantemente nas regiões tropicais, principalmente na América do Sul (HEYWOOD, 1993). Os frutos dessa árvore (Figura 7), são cápsulas lenhosas

alongadas de coloração castanho alaranjada, com 3 a 5 lóculos, que amadurecem e expõem sementes de coloração escura, no período de junho a setembro tornando-a ornamental (LORENZI, 2002; SILVA et al., 2001; ARAÚJO, 1997).

Figura 7 - Frutos da espécie *Sterculia striata*.

As amêndoas da *Sterculia striata* são muito apreciadas pela população regional e apresenta baixo teor calórico por ter um menor índice de lipídeos quando comparada a outras amêndoas nacionais, como a castanha de caju e a castanha do Brasil (CARVALHO et al., 2008). A composição centesimal dessas amêndoas foi determinada em g/100g, resultando em valores de umidade (6,0-11,5), cinzas (2,7-3,8), carboidratos totais (40,6-48,4), lipídios (21,2-27,7), proteínas totais (17,4-20,8), proteínas específicas: (prolamina: 3,792 mg/g, glutelina: 53,365 mg/g, globulina: 135,275 mg/g e albumina: 86,664 mg/g), fibra alimentar (10,3-12,3), valor energético (421,1-499,2) e concentrações de amido (1,590 mg/g) (SILVA, 2009; CARVALHO, 2008; SILVA et al., 2008; BALERONI et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2000). Aminoácidos essenciais e limitantes (histidina, fenilalanina e tirosina) para o consumo entre crianças de determinadas faixas etárias também estão presentes nas amêndoas (OLIVEIRA et al., 2000).

Em relação a fatores antinutricionais, a amêndoa crua não apresenta inibidor de amilase salivar e pancreática, inibidor de tripsina, taninos e lectinas (SILVA, 2009; OLIVEIRA et al., 2000).

Souza, Vieira e Oliveira (2009) avaliaram, por espectrometria de absorção atômica, as concentrações de arsênio, cádmio e chumbo de amêndoas da chichá.

Os valores obtidos nas análises de diferentes amostras revelaram que todas possuem baixas concentrações dos elementos.

O potencial de ácidos graxos do óleo da semente de *Sterculia striata* foi avaliado resultando em concentrações de ácidos graxos saturados (20,0- 31,9% ácido palmítico e 2,8-6,0% esteárico), monoinsaturados (15,0-41,7% ácido oléico e 2,0-2,1% palmitoléico) e poliinsaturados (10,73% ácido linoléico, 0,89% linolênico e 0,74% araquidônico). Ácidos graxos ciclopropenoídicos (ácido malvático e stercúlico) também foram detectados na caracterização química de amêndoas e no óleo de amêndoas dessa espécie (DINIZ et al., 2008; AUED-PIMENTEL et al., 2004; CHAVES et al., 2004; MIRALLES; BASSENE; GAYDOU, 1993).

A árvore da espécie *Sterculia striata* também é conhecida por produzir uma espécie de goma, a partir do exsudato de seu tronco, que em soluções aquosas apresenta características de gelificação e alta viscosidade (BRITO et al., 2005).

Análises em HPLC mostraram que uma amostra desacetilada de goma chichá contém 57,8% de açúcares neutros (galactose 23,4%, ramnose 28,8%, xilose 5,6%), 42,2% de resíduos de ácido urônico, além dos grupos acetil responsáveis por 10,7% da goma íntegra. Resultados considerados similares se comparados com análises feitas no polissacarídeo hidrolisado, composto por (mol%) ramnose (23,1), galactose (19,3), xilose (7,7), ácido urônico (49,2) e grupos acetil (9,6) (BRITO et al., 2005; 2004). Esse polissacarídeo forma géis termorreversíveis na faixa de 10-90 °C e perde sua força se solubilizado em NaCl 0,1M. A desacetilação leva à perda do seu comportamento de gel, uma vez que resulta em valores de G'' maiores do que os de G' . Tais dados indicam que as condições de gelificação variam em função do método de purificação, do conteúdo do grupo acetil, da presença de íons e da adição de sal (SILVA et al., 2003; BRITO et al., 2005).

Na literatura, poucos trabalhos são encontrados sobre a aplicação da goma chichá como o de Cavalcante e Paula (2007), que desenvolveram uma armadilha ecológica, para capturar o vetor transmissor da dengue com índices satisfatórios de atração (22,5% a 80,0%); Luz et al. (2006), que avaliaram a aplicação tecnológica dessa goma, por absorção atômica, como material adsorvente na retenção de chumbo, enquanto que Eiras et al. (2007), pesquisaram a influência da incorporação da goma chichá na formação (em escala nanométrica e micrométrica) de filmes finos fabricados segundo a técnica *Layer-by-Layer* (LbL),

concluindo que tais filmes apresentaram alta adsorção de chumbo, uniformidade morfológica e química.

Não há registros da aplicação da goma chichá em alimentos, porém outra goma muito semelhante (goma caraia), obtida de espécies do gênero *Sterculia* (especialmente *Sterculia urens*), tem sua utilização em alimentos feita há mais de cem anos em molhos, coberturas doces e recheios em geral. Em sobremesas lácteas aeradas e chantilly, atua como um estabilizador de espuma e controla a formação de cristais de gelo em produtos congelados (WEIPING, 2000; BANERJEE; BHATTACHARYA, 2012).

De acordo com Brito et al. (2005) as gomas caraia e chichá apresentam estrutura química semelhante, pois são compostas por glicanoramnogalacturonanas ramificadas parcialmente acetiladas (Figura 8), por isso na literatura são encontrados trabalhos que comparam as propriedades dessas gomas.

Figura 8 - Estrutura da goma caraia (DOSSIÊ GOMAS..., 2011).

2.3.6 Laranja

De todas as árvores frutíferas, a laranjeira é uma das mais conhecidas, cultivadas e estudadas em todo o mundo. Como todas as plantas cítricas, a laranjeira é nativa da Ásia. Embora o local de sua origem seja tema de controvérsias, acredita-se que a laranja seja uma fruta chinesa, comprovada por seu nome científico (*Citrus sinensis*), faz muito sentido, pois a primeira referência escrita à laranja apareceu em caracteres chineses, por volta de 2200 a.C. Esse primeiro registro deve-se ao imperador Ta Yu, que preocupou-se em deixar uma memória de

conhecimentos agrícolas de seu tempo (CALABRESE; DAZZI, 2009; ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCO DE LARANJA, 2012).

De maneira geral, diz-se que a partir da Ásia, a laranja foi levada para o Norte da África, e daí, para o Sul da Europa, onde teria chegado na Idade Média. Na América, os frutos teriam chegado com os descobrimentos, por volta de 1.500. Desde então, a laranja se espalhou pelo mundo, sofrendo mutações e dando origem a novas variedades. Na década de 80 o Brasil tornou-se o maior produtor mundial de laranjas, ultrapassando a região da Flórida, nos Estados Unidos. A maior parte da produção brasileira de laranjas está localizada no estado de São Paulo e destina-se à produção de suco concentrado congelado para exportação em diversos países (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCO DE LARANJA, 2012).

A composição da laranja pode variar conforme a variedade, sazonalidade, adubação e estágios de maturação. Em relação a sua composição química, apresenta de 86 a 92% de água; 5 a 8% de açúcares; 1 a 2% de pectina; 0,7 a 0,8 de componentes nitrogenados; 0,2 a 0,5% de lipídeos; 0,2 a 0,5% de óleo essencial; 0,5% a 0,9% de minerais e outros componentes como: enzimas, pigmentos, constituintes voláteis, flavonoides e vitaminas (RODRIGUEZ; VIÉGAS, 1991). Uma laranja de tamanho médio, contém cerca de 70 mg de vitamina C, quantidade superior as necessidades diárias de um adulto. A vitamina C é um antioxidante que protege contra danos causados às células pelos radicais livres e, além disso, está associada à redução do risco de certos tipos de câncer e doenças cardíacas (RGNUTRI, 2012).

2.3.7 Murici

As espécies do gênero *Byrsonima* spp. são, em geral, arbóreas e conhecidas pelos nomes populares de murici e fruta de jacu, entre outros (SANDER et al., 1978; SOUZA, 1980). A maioria das espécies dessa planta é da família *Malpighiaceae*, a qual pertence o murici do Cerrado ou murici pequeno (*B. verbascifolia*), espécie que pode ser confundida com outras da mesma família como o murici de flor vermelha (*B. punctulata*), o murici da chapada (*B. salzmanniana*), o

murici das capoeiras (*B. lancifolia*) e o murici do campo (*B. crassifolia*; *B. intermedia*) (CORRÊA, 1974; LORENZI, 1998).

Os frutos dos muricizeiros são ricos em vitamina C, cálcio e fibra alimentar, além disso, em sua casca, são encontrados elevados teores de taninos (SILVA et al., 2008; ALMEIDA et. al., 2011; SOUZA et al., 2012). Podem ser consumidos *in natura* ou na forma de doces, sorvetes, sucos e licores. Sua comercialização ocorre em grande parte nas feiras livres e mercados públicos regionais e a industrialização da polpa não requer equipamentos sofisticados (PELAIS; ROGEZ; PENA, 2008). A alta quantidade de polpa, superior a 50%, é uma característica importante desse fruto, refletindo na grande valorização do extrativismo, no período de safra (GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA JR, 2006; ARAÚJO et al., 2009).

A desidratação dos frutos para a obtenção do murici-passa pode contribuir para a preservação do produto concentrando maior quantidade de macronutrientes possibilitando sua adição em formulações, ressaltando a qualidade sensorial e nutricional de alimentos (GUIMARÃES; SILVA, 2008).

Na medicina popular o murici é utilizado como cicatrizante, antiinflamatório, antibiótico, antifúngico, antiulcerativo e antidiarreico (RODRIGUES; CARVALHO, 2001; NOGUEIRA et al., 2007; AGRA et al., 2008; MICHELIN et al., 2008; PAVAN et al., 2009), entretanto, poucos estudos tem sido elaborados para comprovar essas atividades (LIRA et al., 2008).

O murici do Cerrado pode ser encontrado em abundância nos períodos de dezembro a março, nas regiões serranas do Sudeste, nos Cerrados de Mato Grosso e Goiás e no litoral do Norte e Nordeste do Brasil (REZENDE; FRAGA, 2003; ALVES; FRANCO, 2003). Quando maduro (Figura 9), apresenta-se amarelado, com diâmetro de 1,5 a 2 cm e com um sabor forte, agri-doce e ligeiramente oleoso (REZENDE; FRAGA, 2003; ALVES; FRANCO, 2003).

Figura 9 - Frutos da espécie *Byrsonima verbascifolia*.

O aroma característico do murici é relacionado com sua composição em ácidos graxos. A polpa é principalmente composta por ésteres etílicos, metílicos e feniletílicos, juntamente com ácidos carboxílicos, terpenos, δ -lactonas e algumas substâncias sulfuradas. As sementes apresentam um aroma semelhante ao de óleo rançoso, também lembrando queijo, tendo como componentes majoritários os ácidos linoleico, oleico, esteárico e palmítico. Os ácidos butírico e hexanóico são minoritários, mas são os mais correlacionados com o aroma dessa fruta (REZENDE; FRAGA, 2003).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Avaliar o comportamento reológico de recheios para chocolates formulados com diferentes tipos de gorduras e com adição de polpas de frutas e gomas.

3.2 Objetivos específicos

- Efetuar as análises: reológica, calorimetria exploratória diferencial (DSC), composição química e físico-química, para caracterizar as matérias primas utilizadas (gorduras, gomas e polpa de murici);
- Formular recheios com diferentes tipos de gorduras avaliando sua influência em cada formulação, comparando seu comportamento estrutural por análise reológica;
- Aplicar a polpa de murici e as gomas guar e chichá nas formulações padronizadas em substituição parcial do teor de gordura avaliando seu comportamento reológico;
- Realizar a caracterização físico-química dos recheios preparados com gordura *low trans* + suco de laranja concentrado e com gordura *low trans* + polpa de murici.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Para elaboração desse estudo contou-se com a colaboração das Universidades Federais do Ceará - UFC (Instituto de Química) e do Pará – UFPA, para doação das amostras de goma chichá e polpa de murici, respectivamente, por estas não estarem disponíveis no comércio local. As amostras foram adquiridas no período de outubro de 2011. A polpa de murici *in natura* (colhida e despolpada na UFPA) foi acondicionada em um congelador convencional ($T \pm -18\text{ }^{\circ}\text{C}$), enquanto que, a amostra de goma chichá (20 g) purificada na forma de sais de sódio, foi armazenada em temperatura ambiente ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), em local fresco e arejado, juntamente com as outras amostras presentes no Laboratório de Física Industrial II, na Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

Alguns equipamentos e utensílios foram utilizados para os testes e para o desenvolvimento das formulações de recheio como: batedeira planetária (Arno, Brasil), micro-ondas (Brastemp, Brasil), geladeira doméstica (Brastemp, Brasil), câmara climática (Nova Ética – modelo 420 CLD, Brasil), balança analítica, ar condicionado, bancadas de granito, termômetro digital, recipientes refratários, espátulas e talheres de aço inox. Outros materiais utilizados nas formulações estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais utilizados nas formulações, obtidos no comércio brasileiro.

MATERIAIS

Açúcar *Fondant* - *FLEISCHMANN, Brasil*

Álcool de Cereais 93,8° INPM (diluído em 40 °GL) - *EMFAL ESPECIALIDADES QUÍMICAS, Brasil*

Chocolate Branco (tipo cobertura) - *NESTLÉ, Brasil*

Gordura de Cupuaçu - *BERACA SABARÁ QUÍMICOS E INGREDIENTES S.A., Brasil*

Gordura Vegetal Hidrogenada (*Pro Dulce 37*) - *BUNGE, Brasil*

Gordura Vegetal *low trans* (*Pro Mult 44 LT*) - *BUNGE, Brasil*

Goma Guar - *DUPONT DANISCO, Brasil*

Lecitina de Soja - *BRASWEY S.A., Brasil*

Manteiga de Cacau desodorizada - *BIOSAMARA IBERIA, Brasil*

Suco de Laranja Concentrado (congelado) - *LANJAL – GLOBAL SUCOS, Brasil*

4.2 Métodos

4.2.1 Caracterização das matérias primas

4.2.1.1 Reologia das gorduras

O comportamento reológico das gorduras foi avaliado individualmente para facilitar o entendimento de sua funcionalidade nos recheios. As amostras foram analisadas em triplicata por ensaio rotacional (t 300,00 s, CR 0,00 1/s, CR 0,00 1/s - 65,00 1/s, t 180,00 s, CR 65,00 1/s, t 60,00 s, CR 65,00 1/s - 0,000 1/s, t 180,00 s), em um Reômetro HAAKE MARS II (*Modular Advanced Rheometer System*), da *Thermo Electron Corporation* (Alemanha), equipado com banho termostaticado para controle de temperatura em 40 °C, com sensor cone placa (C35/1° Ti polido) e gap de 0,024 mm, existente no Laboratório de Física Industrial II, do Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, da Universidade de São Paulo.

Foram capturadas imagens, ao final das análises, pelo Módulo RHEOSCOPE, que é constituído por microscópio óptico (aumento 20x); câmera de vídeo digital e uma unidade de controle de temperatura. Os resultados foram extraídos do programa HAAKE Rheowin, da *Thermo Electron Corporation* - Alemanha (versão 3.61), do equipamento, onde foi efetuada a média das triplicatas para plotagem dos gráficos.

4.2.1.2 Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) das gorduras

As curvas de fusão das gorduras foram determinadas em um Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC). As análises calorimétricas dos comportamentos de cristalização e fusão das amostras foram realizadas por intermédio de um Analisador Térmico Perkin-Elmer Corp., (Norwalk, CT, USA), modelo DSC 4000, equipado com sistema de resfriamento Intracooler SP. Amostras fundidas (5-10 mg) foram colocadas nos recipientes de 50 μ L de alumínio do calorímetro (recipiente BO14-3017 e tampa BO14-3003, Perkin-Elmer), que foram hermeticamente fechados. Um recipiente vazio (o mesmo descrito acima) foi usado como referência. O instrumento foi calibrado com Índio. Utilizou-se a seguinte programação de temperatura, segundo o método Cj 1-94 da *American Oil Chemists' Society* para as curvas de cristalização, as amostras foram mantidas a 100 °C por 10 min para garantir que todos os núcleos de cristais tenham sido eliminados, resfriadas a -60 °C à velocidade de 10 °C/min e mantidas a esta temperatura por 30 min; para as curvas de fusão as amostras foram aquecidas de -60 °C a 100 °C, à velocidade de 5 °C/min. O tratamento de dados foi realizado pelo software Pyris. Os termogramas foram analisados quanto ao início e ao final de cristalização e fusão, temperatura máxima dos principais picos (°C) e entalpias de cristalização e fusão (J/g). O Conteúdo de Gordura Sólida (SFC) foi obtido da curva de fusão da análise e foi calculado a partir das áreas parciais em diferentes temperaturas (-25 a 60 °C em intervalos de 5 °C). As amostras foram analisadas em triplicata e ocorreram no laboratório de instrumentação da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo.

4.2.1.3 Composição físico-química da polpa de murici

A análise da composição da polpa murici foi realizada para fins de identificação da amostra e determinação do teor de gordura presente na polpa.

4.2.1.3.1 Umidade

Após descongelamento da polpa, em geladeira doméstica ($T \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$), e homogenização, pesou-se 10 g da amostra, em triplicata, em cápsula previamente tarada, para aquecimento durante 6 horas em estufa a vácuo a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, sob pressão reduzida $\leq 100\text{ mm}$ de mercúrio (13,3 kPa). A amostra foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente para pesagem, essa operação de aquecimento e resfriamento ocorreu até peso constante. O teor de umidade foi obtido por diferença entre o peso final e o peso inicial da amostra. O procedimento foi realizado no Laboratório de Física Industrial II, na Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo, com reagentes em grau analítico da marca SYNTH (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

4.2.1.3.2 Proteínas

A quantificação de proteínas na polpa foi realizada a partir da determinação do nitrogênio total pelo método Kjeldahl – AOAC 970.22 (1995) (Equação 2). Baseando-se no fato de que as proteínas possuem aproximadamente 16% de nitrogênio. Para a análise foram pesados aproximadamente 300 mg da amostra, em triplicata, e transferidos para um tubo Micro Kjeldahl, juntamente com 1,5 g de uma mistura catalítica de sulfato de cobre e sulfato de potássio (1:9) e 3 mL de ácido sulfúrico concentrado. Foi realizada a digestão da amostra por aproximadamente 5 horas (até que a solução com a amostra ficasse límpida). No equipamento Kjeldahl, foram acrescentados 10 mL de hidróxido de sódio 60% ao

tubo contendo a amostra digerida e foi realizada a destilação. O destilado foi recolhido em um erlenmeyer com 10 mL de solução saturada de ácido bórico e 3 gotas de indicador (vermelho de metila e azul de metileno). O destilado foi titulado com uma solução padronizada de ácido clorídrico 0,02 M. O procedimento foi realizado no Laboratório de Física Industrial II, na Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo, com reagentes em grau analítico da marca SYNTH (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

(Equação 2)

$$\frac{V \times 0,14 \times f}{P} = \text{protídios por cento m/m}$$

V = diferença entre o nº de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o nº de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação

P = nº de g da amostra

f = fator de conversão (6,25)

4.2.1.3.3 Lipídios

Para a extração lipídica, foram pesados 10 g da amostra em um béquer de 250 mL e adicionou-se 50 mL de solução de ácido clorídrico 4 M e algumas pérolas de vidro. O béquer foi tampado com um vidro de relógio e foi colocado em uma chapa elétrica para aquecimento até a ebulição, onde foi mantido durante 30 minutos. Foram adicionados 160 mL de água destilada sobre a solução da amostra, lavando o vidro de relógio. A solução foi filtrada em papel de filtro previamente umedecido. O béquer foi lavado várias vezes juntamente com o resíduo do papel de filtro, com água quente, até que o filtrado exibisse reação neutra em papel indicador de pH. O papel de filtro contendo o resíduo foi colocado sobre outro papel de filtro seco em um vidro de relógio para secagem em estufa a 105 °C. Após a secagem, foi feito um cartucho com os papéis, usando o externo para envolver o que continha a amostra. O cartucho foi transferido para um aparelho extrator tipo Soxhlet. O extrator

foi acoplado a um balão de fundo redondo, previamente tarado a 105 °C. Foi adicionado éter de petróleo em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio e foi acoplado em um refrigerador de bolas e mantido sob aquecimento até a extração por 4 horas. O cartucho foi retirado e o éter foi destilado. O balão com o resíduo extraído foi transferido para uma estufa a 105 °C e mantido por cerca de uma hora. Por fim, os balões foram resfriados em dessecador até a temperatura ambiente e pesados. A diferença entre o peso inicial do balão e o peso final indica o teor de lipídios da amostra (Equação 3). O procedimento foi realizado no Laboratório de Física Industrial II, na Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo, com reagentes em grau analítico da marca SYNTH (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

(Equação 3)

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{g de lipídios por cento (m/m)}$$

N = nº de g de lipídios
P = nº de g da amostra

4.2.1.3.4 Resíduo Mineral Fixo

Segundo a *Association of Official Analytical Chemists* (1995) a determinação de cinzas totais foi realizada por método gravimétrico, baseado na perda de massa da amostra quando submetida ao aquecimento a 550 °C. Na análise foi pesado com exatidão 1 g da amostra, em triplicata, em cápsula de porcelana previamente aquecida em mufla a 550 °C por uma hora, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e tarada. Em seguida as amostras foram levadas para secar em estufa a 105 °C. Foi feita a incineração aos poucos, em bico de gás até que as amostras fossem transformadas em massa de carvão. As cápsulas foram colocadas em mufla a 550 °C, por um tempo suficiente para a total

destruição da matéria orgânica. Após este tempo foram esfriadas em dessecador até temperatura ambiente e pesadas. As operações de aquecimento em mufla e resfriamento em dessecador foram realizadas até peso constante. A diferença entre o peso final e o peso de cada cápsula representa o teor de cinzas presente na amostra. O procedimento foi realizado no Laboratório de Física Industrial II, na Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

4.2.1.3.5 Carboidratos totais

Segundo Resolução – RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA, 2003), a determinação de carboidratos foi realizada por diferença, isto é, a fração de carboidratos corresponde a 100 menos a somatória das frações protéica, lipídica, cinzas, umidade e fibra. $\% \text{ carboidratos} = 100\% - (\% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ umidade} + \% \text{ fibras})$. Neste trabalho os cálculos foram efetuados sem a fração fibras.

4.2.1.3.6 Composição em ácidos graxos do óleo extraído da polpa de murici

Os ácidos graxos foram transformados em ésteres metílicos segundo a metodologia de Hartman & Lago (1973). A análise foi realizada em cromatógrafo a gás Varian GC, modelo 430 GC, equipado com injetor automático, detector de ionização de chama e “Varian’s Galaxie Chromatography Software”. Foi utilizada coluna capilar de sílica fundida SP-2560 (Supelco, USA), com 100 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno e contendo 0,2 µm de polietilenoglicol dentro da coluna. As condições foram: injeção split, razão de 50:1; temperatura da coluna: 140 °C por 5 min, programada até 240 °C numa razão de 4 °C/min; gás de arraste: hélio, em pressão isobárica de 37 psi; velocidade linear de 20 cm/s; gás make-up: hélio a 29 mL/min; temperatura do injetor: 250 °C; temperatura do

detector: 250 °C. A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com os respectivos padrões de ácidos graxos. A composição quantitativa foi realizada por normalização de área, sendo expressa como porcentagem em massa, de acordo com o método oficial AOCS Ce 1-62 (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997). Todas as amostras foram analisadas em duplicata e os valores apresentados correspondem às médias destes valores. A análise foi realizada no Laboratório de Tecnologia Bioquímico-farmacêutica, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo.

4.2.1.3.7 Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) do óleo extraído da polpa de murici

A análise de DSC do óleo extraído da polpa de murici foi efetuada conforme metodologia descrita no item 4.2.1.2.

4.2.1.4 Determinação do pH das gomas guar e chichá

Soluções em concentração de 1% de amostra foram preparadas pela pesagem, em balança analítica, de 0,15 g de goma guar (purificada) e trituração em um gral de porcelana. Observou-se o aspecto da goma e adicionou-se gradativamente 15 mL de água destilada em trituração constante, até obtenção de uma solução viscosa e homogênea. As medidas de pH foram efetuadas, em triplicata, na solução com o auxílio de um pHmetro digital modelo HD8602, marca Delta Ohm, por imersão direta do eletrodo nas amostras. O mesmo procedimento foi efetuado com a goma chichá. O procedimento foi realizado no Laboratório de Física Industrial II, na Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

4.2.1.5 Reologia das gomas

As soluções em concentração de 1% das gomas guar e chichá, preparadas por dispersão dos hidrocolóides em pó em água destilada, seguido por homogeneização em gral de porcelana, foram analisadas por teste rotacional (CR log, 0,01 1/s - 100,00 1/s, t 300,00 s), em um Reômetro HAAKE MARS II (Modular Advanced Rheometer System), da Thermo Electron Corporation (Alemanha), equipado com banho termostatzado para controle de temperatura em 25 °C, com sensor cone placa (C35/1° Ti polido) e gap de 0,023 mm, existente no Laboratório de Física Industrial II, do Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, da Universidade de São Paulo. No final do teste, foram capturadas imagens pelo Módulo RHEOSCOPE que é constituído por microscópio óptico; câmera de vídeo digital e uma unidade de controle de temperatura. Os resultados foram extraídos do programa HAAKE Rheowin (versão 3.61), do equipamento, onde foi efetuada a média das triplicatas para plotagem dos gráficos.

4.3 PARTE EXPERIMENTAL

4.3.1 Desenvolvimento de recheios com variação no teor e no tipo de gordura

Inicialmente foram efetuados testes piloto, com formulações de recheios convencionais e outras, previamente estudadas pelo grupo de pesquisa a fim de estipular uma formulação para uso no projeto, bem como parâmetros de processamento e evitar futuros erros na produção das amostras selecionadas. As formulações padrão foram obtidas em base fondant e gordura e com suco concentrado de laranja. Todos os ensaios foram realizados na Cozinha Experimental, em escala laboratorial, do Laboratório de Física Industrial II, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo.

A seguir, foram desenvolvidas doze formulações de recheios variando-se a base gordurosa para fins comparativos. As gorduras vegetais: hidrogenada, *low trans*, de cupuaçu e manteiga de cacau foram utilizadas em diferentes concentrações como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Composição das formulações de recheio elaboradas com gordura vegetal hidrogenada (H), gordura vegetal *low trans* (LT), gordura de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC) nas concentrações de 10% (H1, LT4, CP7 e MC10), 7,5% (H2, LT5, CP8 e MC11) e 5% (H3, LT6, CP9 e MC12).

Ingredientes (%)	AMOSTRAS											
	H1	H2	H3	LT4	LT5	LT6	CP7	CP8	CP9	MC10	MC11	MC12
*Chocolate Branco (tipo cobertura)	54,70	57,20	59,70	54,70	57,20	59,70	54,70	57,20	59,70	54,70	57,20	59,70
Fondant	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Lecitina de Soja	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Suco de Laranja Concentrado (59 °Brix)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Gordura Vegetal Hidrogenada	10,00	7,50	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gordura Vegetal <i>Low Trans</i>	-	-	-	10,00	7,50	5,00	-	-	-	-	-	-
Gordura de Cupuaçu	-	-	-	-	-	-	10,00	7,50	5,00	-	-	-
Manteiga de Cacau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,00	7,50	5,00
Álcool de Cereais diluído (40 °GL)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gordura Total do Recheio	31,52	29,99	28,46	31,52	29,99	28,46	31,52	29,99	28,46	31,52	29,99	28,46

*gorduras totais presentes em 25 g do produto: 9,7g.

Todas as amostras foram preparadas conforme as etapas apresentadas na Figura 11. A base gordurosa foi composta pelo chocolate branco, gordura e lecitina de soja.

Figura 10 - Fluxograma de preparo das formulações.

4.3.2 Desenvolvimento de recheios com adição de gomas e polpa de murici

Na Tabela 3 encontram-se nove formulações desenvolvidas com redução do teor de gordura pela adição das gomas chichá e guar, bem como a polpa de murici, elaboradas a partir das formulações contendo gordura *low trans* da Tabela 2 (LT4; LT5; LT6).

A redução do teor de gordura das formulações foi feita com acerto da base gordurosa, variando-se o conteúdo de chocolate e gordura *low trans*.

A polpa de murici foi adicionada em substituição ao suco concentrado de laranja e as gomas guar e chichá foram adicionadas na concentração de 0,3% sobre o teor de gordura *low trans* de cada formulação (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição das formulações de recheios elaboradas com gordura *low trans* + goma guar (GG13; GG14; GG15), gordura *low trans* + goma chichá (GC16; GC17; GC18), gordura *low trans* + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), nas concentrações de 9,7%; 7,2% e 4,7% de gordura, 0,3% das gomas e 13% de polpa de murici

Ingredientes (%)	Amostras								
	GG13	GG14	GG15	GC16	GC17	GC18	MU19	MU20	MU21
*Chocolate Branco	54,70	57,20	59,70	54,70	57,20	59,70	55,00	57,5	60,00
Fondant	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Lecitina de Soja	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Suco de Laranja Concentrado (59 °Brix)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	-	-	-
**Polpa de Murici (68 °Brix)	-	-	-	-	-	-	13,00	13,00	13,00
Gordura Low Trans	9,70	7,20	4,70	9,70	7,20	4,70	9,70	7,20	4,70
Goma Guar	0,30	0,30	0,30	-	-	-	-	-	-
Goma Chichá	-	-	-	0,30	0,30	0,30	-	-	-
Álcool de Cereais diluído (40 °GL)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gordura Total do Recheio	31,22	29,69	28,16	31,22	29,69	28,16	31,64	30,11	28,58

*gorduras totais presentes em 25 g do produto: 9,7g

**teor de gordura da polpa de murici obtido da análise de extração de lipídios: 2,34 g/100g

4.3.3 Caracterização reológica das formulações desenvolvidas

O estudo reológico dos recheios foi realizado a partir de testes dinâmicos de oscilação e rotação efetuados em um Reômetro HAAKE MARS II (*Modular Advanced Rheometer System*) da *Thermo Electron Corporation* (Alemanha), equipado com banho termostatzado para controle de temperatura e sensor cone-placa (C35/1 Ti polido), existente no Laboratório de Física Industrial II, do Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, da Universidade de São Paulo.

A rotina de análise pelo ensaio combinado (oscilação e rotação) foi conduzida em triplicata e em três etapas: oscilação com tensão controlada (1,00 Hz, 0,01 Pa, t 60,00 s), rotacional com taxa de cisalhamento controlada (50,00 1/s, t 60,00 s) e oscilatório com tensão controlada (1,00 Hz, 5,00 Pa, t 180,00 s), em temperatura constante de 28 °C e gap de 0,024 mm (MIQUELIM; LANNES, 2009). A quantidade de amostra utilizada foi suficiente para cobrir uma área de aproximadamente 2 cm² (Figura 11).

Figura 11 - Reômetro (Haake MARS II) em funcionamento.

As deformações micro estruturais foram capturadas através do Módulo RHEOSCOPE, que é constituído por microscópio óptico (aumento= 20x); câmera de

vídeo digital e uma unidade de controle de temperatura. Os resultados foram extraídos do programa HAAKE Rheowin (versão 3.61), do equipamento, onde foi efetuada a média das triplicatas para plotagem dos gráficos.

Os valores de recuperação da estrutura, que indicam comportamento tixotropico, também foram calculados pelo software do equipamento, com base no ultimo valor de G'' , obtido no passo 1 do ensaio, e no valor de G' do 3 passo, obtido após 60 s da análise, segundo as instruções do manual do equipamento (THERMO ELECTRON CORPORATION, 2006).

4.3.4 Caracterização química dos recheios formulados com polpa de murici

4.3.4.1 Umidade

A determinação da umidade foi efetuada nas amostras, através da pesagem de 10 g do produto fundido a 40 °C e homogeneizado. As amostras foram levadas à estufa a vácuo em cápsulas de porcelana, previamente taradas, à temperatura de 70 °C. Após a retirada da estufa, foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente, repetindo-se o processo até as amostras apresentarem peso constante. A diferença entre o peso final e o peso inicial representa o teor de umidade presente em 10 g de amostra. O ensaio foi realizado em triplicata, no Laboratório de Física Industrial II, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

4.3.4.2 Resíduo Mineral Fixo

As amostras resultantes do ensaio de umidade passaram por incineração em bico de gás até a transformação da massa em carvão. As cápsulas de porcelana foram transferidas para uma mufla em temperatura constante em 550 °C onde permaneceram por tempo suficiente para total destruição da matéria orgânica presente. Posteriormente as cápsulas foram retiradas da mufla e levadas a um dessecador até atingir a temperatura ambiente e peso constante. A diferença entre o peso final e o peso de cada cápsula representa o teor de cinzas presente em 10 g de amostra. O ensaio foi realizado em triplicata, no Laboratório de Física Industrial II, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

4.3.4.3 Proteínas

A quantificação de proteínas da amostra foi realizada a partir da determinação do nitrogênio total pelo método exposto no item 4.2.1.3.2.

4.3.4.4 Lipídios

A extração e determinação do teor de lipídios foi efetuada a partir de 10 g de amostra previamente homogeneizada, tratada com 75 mL de ácido clorídrico concentrado (37%) e 200 mL de água destilada, deixada em fervura por 20 minutos. Após este tratamento, o conteúdo do béquer passa por uma filtração a quente com 3 L de água destilada. O papel de filtro contendo a amostra é seco em estufa a vácuo a 75 °C por 12 horas. Após este procedimento, as amostras são colocadas em extrator Soxhlet para extração dos lipídios com éter de petróleo por 8 horas. Os

balões (previamente tarados) foram secos em estufa a 100 °C até peso constante. A diferença entre o peso inicial do balão e o peso final indicou o teor de lipídios presente em 10 g de amostra. O procedimento foi realizado no Laboratório de Física Industrial II, na Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo, com reagentes em grau analítico da marca SYNTH (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995; LANNES, 1997).

4.3.4.5 Carboidratos totais

A quantificação de carboidratos totais presente nas amostras foi feita de acordo com o método descrito no item 4.2.1.3.5.

4.3.4.6 Valor calórico total

O valor calórico total dos recheios formulados com polpa de murici foi realizado segundo a Resolução – RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA, 2003). Os cálculos foram realizados utilizando-se os seguintes fatores de correção:

- Carboidratos (exceto polióis) 4 kcal/g - 17 kJ/g
- Proteínas 4 kcal/g - 17 kJ/g
- Gorduras 9 kcal/g - 37 kJ/g

4.3.4.7 pH

A determinação do pH foi realizada com um pHmetro HD 8602 (*Delta Ohm*), a partir de 10 g de amostra, pesadas em triplicata e transferidas para um Erlenmeyer de 250 ml, contendo 100 ml de água destilada. O Erlenmeyer sofreu agitação constante até dissolução da amostra, quando as partículas ficaram uniformemente suspensas para imersão do pHmetro e aferição do pH (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

4.3.4.8 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi expresso em °Brix colocando-se a amostra, em triplicata, diretamente no refratômetro *Hand Refractometer-high-Contrast type 45-82%* (*Shibuya Optical*), previamente calibrado com água (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

4.3 Avaliação estatística dos resultados

Todas as análises foram realizadas em triplicata e seus resultados foram apresentados na forma de média e desvio padrão pelo programa Microsoft Excel 2010. As formulações de recheios foram elaboradas em duplicata e também foi feita a triplicata de cada amostra (n=6).

Os resultados das análises reológica foram apresentados na forma de curva média dos reogramas extraídos do programa HAAKE RheoWin (versão 3.61), a partir da média das triplicatas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da matéria-prima

5.1.1 Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) e Conteúdo de Gordura Sólida (SFC) das gorduras

Com a análise de DSC foi possível determinar o ponto final de fusão das gorduras vegetais hidrogenada, *low trans*, de cupuaçu e manteiga de cacau. A Tabela 4 mostra as curvas de fusão das gorduras analisadas.

Tabela 4 – Dados obtidos da análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) das gorduras vegetais hidrogenada (H), *low trans* (LT), de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC).

Amostras	T onset (°C) Temperatura inicial de fusão	T peak (°C) Ponto de fusão	ΔH (J/g) Entalpia de fusão	T endset (°C) Temperatura final de fusão
H	12,51	25,67	36,19	35,22
LT	31,10	39,59	8,00	41,53
CP	15,90	30,52	21,34	33,21
MC	13,96	29,10	53,23	30,91

Na Tabela 4 é possível observar a temperatura final de fusão das gorduras vegetais: hidrogenada (35,22), *low trans* (41,53 °C), de cupuaçu (33,21) e manteiga de cacau (30,91). Esses resultados são semelhantes aos encontrados nos laudos das amostras (Anexo A e B) e com dados encontrados na literatura (VASCONCELOS et al., 1975; LUCCAS, 2001; LANNES et al., 2003; QUAST, 2008).

A gordura de cupuaçu apresentou ponto de fusão superior ao da manteiga de cacau, o que pode ser explicado por sua composição em ácidos graxos. A gordura de cupuaçu apresenta maior teor de ácido oleico, menor de ácido

palmitico e a mesma quantidade de ácido esteárico quando comparada a manteiga de cacau (LANNES et al., 2003).

Por serem constituídas por centenas de triacilgliceróis diferentes, as gorduras não apresentam ponto de fusão definido, passando por um estágio de amolecimento gradual antes de se tornarem totalmente líquidas (MARANGONI et al., 2012).

Através da análise de DSC foi obtido o Conteúdo de Gordura Sólida (*Solid Fat Content* - SFC) das amostras de gordura em diversas temperaturas, como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Curva de sólidos (conteúdo de gordura sólida (SFC) versus temperatura), das amostras de gordura vegetal hidrogenada (H), *low trans* (LT), de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC).

O conteúdo de gordura sólida (SFC) expressa a relação de cristais sólido / líquido de uma gordura em diferentes temperaturas, esse parâmetro afeta as propriedades físicas das gorduras como a consistência, estabilidade e também importantes atributos sensoriais (BECKETT, 2008).

O maior teor de SFC, a 25 °C foi observado na amostra de manteiga de cacau (MC) 62,00%, seguido de 42,02% para a amostra de gordura de cupuaçu (CP) e os menores valores foram observados nas amostras das gorduras vegetais Hidrogenada (H) e *low trans* (LT) que apresentaram perfil de sólidos similares (35,44% e 36,01%). Resultados semelhantes foram relatados por Lannes et al. (2003) e Su e Lannes (2012).

Ribeiro et al. (2012) analisaram o SFC de três *blends* industriais e três amostras de manteiga de cacau provenientes dos estados brasileiros Bahia, Amazonas e Espírito Santo, concluindo que a 10 °C, o teor de sólidos das amostras variaram entre 76 - 85%, enquanto que a 25 °C o SFC das amostra foi inferior a 65%, resultados próximos ao deste trabalho.

A origem geográfica da manteiga de cacau afeta significativamente sua composição química e suas propriedades físicas (SFC) (MARTY; MARANGONI, 2009). O aumento de até 0,9%, em teor de ácido oleico e ácido linoleico pode ser relacionado com um decréscimo de aproximadamente 10% na curva de sólidos, a 25 °C, dessa gordura (TIMMS, 2003; RIBEIRO et al., 2012).

Na Figura 12 ainda é possível observar que a 35 °C, o SFC das amostras MC e CP foi igual a zero, enquanto que a amostra LT ainda apresentava 17% nessa temperatura.

O conteúdo de gordura sólida tem influência significativa na disponibilidade de aplicação de óleos e gorduras. Teor de sólidos menor que 32% a 10 °C é essencial para boa espalhabilidade em temperatura de refrigeração. O conteúdo de gordura sólida a 20-22 °C determina a estabilidade do produto e sua resistência à exsudação do óleo em temperatura ambiente; valores de até 10% é são essenciais para evitar a migração do óleo para a superfície do produto. Teores de sólidos entre 35-37 °C determinam as propriedades físicas e de sabor das gorduras na boca (KARABULUT; TURAN; ERGIN, 2004; WASSELL; YOUNG, 2007). Quando a gordura possui alto conteúdo de sólidos a 20 °C ($\geq 60\%$) é usualmente aplicada em coberturas; quando o conteúdo de sólidos é inferior a 20 °C ($\leq 50\%$) estas são geralmente usadas para recheios (TALBOT, 2009). Assim a gordura *low trans* é indicada para cobertura e as demais são indicadas para recheios.

5.1.2 Reologia das gorduras

As Figuras 13, 14, 15 e 16 apresentam as curvas de tensão de cisalhamento e de viscosidade aparente versus taxa de cisalhamento, geradas para as amostras de gorduras vegetais hidrogenada, *low trans*, de cupuaçu e manteiga de cacau, utilizadas como matérias prima nas formulações de recheios desenvolvidas com essas gorduras no decorrer desse trabalho.

Figura 13 - Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de gordura vegetal hidrogenada, $T = 40^\circ\text{C}$.

Figura 14 - Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de gordura vegetal *low trans*, $T = 40$ °C.

Figura 13 - Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de gordura de cupuacu, $T = 40$ °C.

Figura 16 - Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e de viscosidade aparente (η) versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$) para a amostra de manteiga de cacau, $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Os valores de viscosidade aparente obtidos para as amostras de gorduras avaliadas sofreram variação em seu valor máximo ($LT > H > CP > MC$), sendo que a amostra de gordura *low trans* apresentou resultados superiores. A cristalização das gorduras *low trans* e hidrogenada na forma β' pode justificar esse resultado, já que os cristais β' são menores e abrangem uma maior área de superfície proporcionando maior viscosidade e promovendo melhor interação entre partículas (ROSSEAU, 2000).

Observou-se que a amostra de gordura *low trans* (Figura 14) apresentou valores superiores nas curvas de tensão, também se observando tixotropia denotada pela área entre as duas curvas. A gordura de cupuaçu também apresentou pequena área de histerese entre as curvas.

Por intermédio das imagens de microscopia óptica sob luz polarizada (Figura 17), obtidas durante os ensaios de reologia, foi possível observar a morfologia, distribuição e tamanho dos glóbulos de gordura após exposição à luz.

Figura 17 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase final da análise reológica para as amostras de gordura vegetal hidrogenada (A), *low trans* (B), de cupuaçu (C) e manteiga de cacau (D), T= 40 °C,.

Na figura 17 é possível visualizar um maior número de cristais na forma sólida para a amostra de gordura *low trans*, na temperatura de 40 °C com maior ponto de gotejamento Mettler (40-44 °C) (Anexo B), comparado às amostras de gordura vegetal hidrogenada (34-37 °C) (ANEXO A), de cupuaçu ($\approx$ 34 °C) e de manteiga de cacau ($\approx$ 31 °C) (LANNES et al., 2003).

Os cristais de gordura são birrefringentes, eles aparecem como pontos brilhantes, enquanto o óleo líquido permanece escuro, porém a microscopia polarizada não é suficiente para demonstrar a verdadeira forma de um cristal de gordura (MARANGONI; NARINE; ACEVEDO; TANG, 2013). Enquanto muitas correlações empíricas entre os parâmetros estruturais (tais como o tamanho dos cristais agregados) e as propriedades mecânicas (dureza) das gorduras são conhecidas, pouco se sabe sobre essa relação em termos de mecanismos (MARANGONI et al., 2012).

Segundo Klok, Walstra e Van Vliet (2000) uma dispersão de cristais de gordura com grande número de cristais pequenos pode apresentar propriedades desejáveis como boa espalhabilidade. Um grande número de cristais pequenos confere maior dureza a uma gordura do que a proporcionada por poucos cristais grandes (GAMBOA; GIOIELLI, 2006). Além disso, o número, tamanho e tipo de cristais influenciam a propriedade de consistência das gorduras (LARSSON, 1994; D'AGOSTINI; FERRAZ; GIOIELLI, 2000).

Quando a temperatura de cristalização difere do ponto de fusão de uma gordura, ocorre a formação de cristais menores e em maior número. Próximo ao ponto de fusão, a amostra apresenta pequeno conteúdo de gordura sólida e os cristais formados são pequenos e não possuem forma distinta, ou não se formam por isso uma temperatura intermediária de cristalização auxilia na formação de cristais maiores, em menor número e com formas distintas (SILVA; ESCOBEDO; GIOIELLI, 2008).

Se as imagens obtidas durante as análises, pelo microscópio óptico, tivessem aumento superior a 20x, poderiam ter sido observados esferulitos de cristais β para as amostras de manteiga de cacau e gordura de cupuaçu (LANNES, 2008).

5.1.3 Composição química da polpa de murici

A Tabela 5 apresenta a composição centesimal da amostra de polpa de murici *in natura*, considerando-se os teores de carboidratos totais, lipídios, proteínas, cinzas e umidade.

Tabela 5 - Composição química da polpa de murici *in natura*.

Polpa de murici	M±DP (%)
Umidade	80,72±0,16
Proteínas	0,72±0,10
Lipídios	2,34±0,01
Cinzas	0,99±0,02
*Carboidratos totais	15,23±0,04

n: 3

Média (M)

Desvio padrão (DP)

*Carboidratos totais calculados por diferença

Silva et al.(1996) determinaram a composição química da polpa natural do murici em % de proteínas (0,90), lipídios (1,30), carboidratos (14,40), fibras (2,20), além de cálcio (33,00 mg), fósforo (17,00 mg), ferro (2,00 mg), retinol (7,00 mcg) e vitamina B1 (0,02 mg).

De acordo com Silva et al. (2008) a polpa de murici *in natura* apresenta valor energético total de 46,43 kcal/100g e sua composição química (g/100g) consiste em umidade (80,64/g); proteínas (0,72/g); lipídios (2,19/g); carboidratos (5,96/g); fibra alimentar (9,72/g), além de minerais como o Cálcio (78,0/mg); Zinco (0,64/mg) e Ferro (1,29/mg) (SILVA et al., 2008).

Guimarães e Silva (2008) analisaram os frutos de murici-passa e o classificaram como um alimento muito ácido e de umidade intermediária.

O teor de lipídios encontrado no óleo extraído da polpa do murici *in natura* (2,34 g/100 g) foi relativamente baixo, porém esse valor se torna alto quando comparado com outros frutos do Cerrado brasileiro, que apresentam teor de lipídios inferior a 1 g/100/g como o araçá, a pitomba e a gabioba (SILVA et al., 2008). Os resultados apresentados foram equivalentes aos encontrados na literatura (GUIMARÃES; SILVA, 2008).

Tuberoso et al. (2006) avaliando a atividade antioxidante de óleos de sementes vegetais, observou que a fração lipofílica do óleo de murici apresentava um alto potencial antioxidante, isso não ocorreu no trabalho de Castro et al. (2007), que avaliou o óleo extraído da polpa, possivelmente porque a polpa do murici possui mais constituintes antioxidantes na fase hidrofílica do que a fase lipofílica do extrato hexânico. Ainda o óleo total da polpa do murici apresentou 0,717 mg/kg de betacaroteno, esse alto valor é equivalente aos óleos de sementes de linho e de milho e superior aos óleos de girassol e de sementes de uva (TUBEROSO et al., 2006).

A estabilidade térmica do óleo bruto extraído das sementes do murici, avaliada através de métodos termo analíticos sob atmosfera de nitrogênio, chega a uma temperatura de estabilidade de 271 °C. O óleo extraído dos frutos do murici pode ser útil para o enriquecimento de azeites, pois contém aproximadamente 60% de ácidos graxos insaturados, um acentuado teor de betacaroteno e de outras substâncias antioxidantes (FARIA et al., 2002; CASTRO et al., 2007).

5.1.4 Composição em ácidos graxos do óleo extraído da polpa de murici

Os ácidos graxos constituem as unidades básicas dos lipídios e sua determinação é fundamental para o conhecimento da qualidade dos óleos, para a verificação do efeito de processamentos, adequação nutricional do lipídio ou do alimento que o contém. A composição em ácidos graxos, em esteróis e em triacilgliceróis são as principais análises utilizadas na determinação da identidade dos óleos, além de ser uma das análises mais importantes, sendo usada frequentemente por pesquisadores que estudam os aspectos fisiológicos da

produção e modificação dos óleos e gorduras (SWERN; FORMO; BAILEY, 1979; JIMÉNES-FLORES, 1997).

A composição em ácidos graxos do óleo extraído da polpa de murici é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição dos principais ácidos graxos presentes no óleo extraído da polpa de murici *in natura*.

Ácido Graxo	M±DP (%)
C4:0 Ácido Butírico,	0,3±0,0
C6:0 Ácido Capróico	2,7±0,2
C8:0 Ácido Caprílico	1,3±0,1
C10:0 Ácido Cáprico	0,1±0,0
C12:0 Ácido Láurico	0,2±0,0
C14:0 Ácido Mirístico	0,7±0,2
C16:0 Ácido Palmítico	30,4±0,4
C16:1 Ácido Palmitoléico,	1,7±0,1
C18:0 Ácido Esteárico	3,0±0,3
C18:1n7c Ácido Oléico	44,5±0,6
C18:2n6c Ácido Linoleico,	14,7±0,0
C18:3n3 Ácido alfa-Linolênico	0,4±0,0
SFA	38,8±0,7
UFA	61,2±0,6
MUFA	46,2 ± 0,5
PUFA	15,1±0,1

n: 3

Média (M)

Desvio padrão (DP)

SFA = ácidos graxos saturados

UFA = ácidos graxos insaturados

MUFA = ácidos graxos monoinsaturados

PUFA = ácidos graxos poli-insaturados

Os ácidos graxos majoritários presentes nas amostras foram o ácido palmítico (30,4%), ácido oléico (44,5%) e ácido linoleico (14,7%). Altos valores foram observados para os ácidos graxos insaturados.

A composição em ácidos graxos do óleo de palma encontrada por Grimaldi, Gonçalves e Ando (2005) - ácido palmítico (40,7%), ácido oléico (42%) e ácido linoleico (10,2%) – apresenta prevalência destes mesmos ácidos graxos.

Teores elevados de ácidos graxos insaturados, 68 a 71%, foram observados no óleo de açaí, o que coloca esse fruto em uma condição atraente para o mercado de alimentos funcionais. O uso de matérias-primas ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados é de grande interesse para as indústrias de alimentos e bebidas que buscam alternativas para elaboração de produtos mais saudáveis (HORNSTRA, 1999), a polpa de murici demonstrou ser uma nova opção.

Castro et al. (2007) determinaram a composição em ácidos do óleo extraído da polpa de murici em cromatografia de gás acoplada a espectrometria de massa (CG/EM). Os dados e valores obtidos foram: ácido láurico 9,29%, ácido mirístico 9,75 %, ácido palmítico 16,34%, palmitato de etila 2,12 %, ácido linoleico 12,07%, ácido oléico 21,01%, ácido esteárico 1,92%, linoleato de etila 12,05% e oleato de etila 15,45%. Os resultados encontrados são diferentes daqueles encontrados neste estudo. Estas diferenças podem estar associadas ao método de extração, espécie, clima, região e sazonalidade da amostra.

5.1.5 Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) do óleo extraído da polpa de murici

A Tabela 7 mostra a temperatura final de fusão do óleo extraído da polpa de murici.

Tabela 7 - Dados obtidos da análise de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) do óleo extraído da polpa de murici *in natura*.

Amostra	T <i>onset</i> (°C) Temperatura inicial de fusão	T <i>peak</i> (°C) Ponto de fusão	ΔH (J/g) Entalpia de fusão	T <i>endset</i> (°C) Temperatura final de fusão
Óleo de murici	5,36	16,14	5,66	18,81

O óleo de murici apresenta faixa de fusão típica de óleos vegetais. Sua temperatura final de fusão foi inferior a 20 °C.

Pela análise de DSC também foi obtido o conteúdo de gordura sólida (SFC) da amostra em diversas temperaturas, assim construiu-se a curva de sólidos apresentada na Figura 18.

Figura 18 - Curva de sólidos (conteúdo de gordura sólida (SFC) versus temperatura), para o óleo de murici.

Pela Figura 18 subentende-se que o óleo de murici torna-se pastoso em temperatura de refrigeração (5 °C), por apresentar SFC maior que 60%.

5.1.6 Reologia das gomas guar e chichá

Pelo teste rotacional obtiveram-se as curvas de fluxo (tensão versus taxa de cisalhamento) e de viscosidade aparente (viscosidade versus taxa de cisalhamento) das soluções de goma guar e goma chichá em concentração de 1% (m/v), apresentadas na Figura 19.

Figura 19 - Curvas de tensão de cisalhamento (τ) e viscosidade aparente (η), para as soluções de goma guar e de goma chichá a 1%, $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

As duas gomas apresentaram boa solubilização em meio aquoso na concentração utilizada. Os valores da tensão de cisalhamento foram superiores para a goma guar, justificando sua maior viscosidade em comparação com a goma chichá. A viscosidade foi decrescente em ambas às amostras, apontando pequena quebra de estrutura, seguida de estabilidade com o aumento da taxa de cisalhamento. Quando solubilizadas em água, as cadeias polissacarídicas das

gomas se encontram expandidas pela repulsão eletrostática intramolecular, formando soluções com maior viscosidade (NDJOUENKEU et al., 1996).

Em ambas as amostras foram detectadas um comportamento não-Newtoniano pseudoplástico, pois ocorreu uma diminuição nos valores de viscosidade nas taxas de cisalhamento aplicadas (Figura 19). Esse comportamento também foi encontrado em outras gomas como a goma xantana e tragacanto (BUENO E GARCIA-CRUZ, 2001; MOHAMMADIFAR et al., 2006).

A explicação do comportamento encontrado pode ser devido ao fato de que as baixas taxas de cisalhamento não são suficientes para romper os agregados moleculares. Ao aumentar a taxa de cisalhamento as forças hidrodinâmicas irão causar a separação dos agregados diminuindo a viscosidade (McCLEMENTS, 1999).

Os fluidos pseudoplásticos apresentam uma diminuição na viscosidade quando a taxa de cisalhamento aumenta. Isso ocorre por que, no repouso, as partículas e/ou as cadeias poliméricas que compõem o líquido encontram-se desorientadas, entrelaçadas ou enoveladas, mantendo uma ordem interna irregular que gera uma alta viscosidade. Com o aumento das taxas de cisalhamento, as partículas se orientam em direção ao fluxo e as moléculas poliméricas se desenovelam ou se desagregam e se alinham em direção ao fluxo, isso permite uma maior facilidade de escoamento, apresentando, assim, uma diminuição da viscosidade (SCHRAMM, 2006).

A alta viscosidade da goma guar é um fator limitante para sua aplicação em níveis acima de 1% (FLAMMANG, et al., 2006). A goma chichá ainda não é aplicada em alimentos, porém a goma *caraia* (*Sterculia spp.*) é da mesma família e possui ampla aplicação, por isso é importante comparar as propriedades de ambas as gomas.

Análises reológicas na goma chichá foram realizadas em comparação com a goma comercial caraia. Frente a variações de frequência, a goma chichá apresenta um comportamento de gel verdadeiro ($G'/G'' > 3$) nas concentrações 4, 5 e 6% (m/v), enquanto que a goma caraia apresenta este comportamento a partir da concentração de 2% (m/v). Os géis formados por estes polissacarídeos (5%, m/v) possuem termoestabilidade na faixa de 10 – 90° C e perdem sua força quando solubilizados em NaCl 0,1M. A desacetilação do polissacarídeo da goma de *Sterculia striata* leva à perda do seu comportamento de gel, uma vez que resulta em valores de G'' maiores do que os de G' (BRITO et al., 2005).

A dissolução das gomas em meio aquoso depende de uma dispersão adequada e das condições físicoquímicas do meio, ou seja, pH, presença de íons e temperatura. Esses parâmetros afetam diferentemente cada tipo de goma e podem atingir a textura do produto final. Na indústria alimentícia, a importância da utilização das gomas reside, principalmente, nas suas habilidades de aumentar a viscosidade e formar gel e seus efeitos estabilizantes de dispersões. Essas propriedades podem ser obtidas somente após a dissolução da goma no meio aquoso (DOSSIÊ GOMAS..., 2011).

A Figura 20 mostra imagens de microscopia óptica sob luz polarizada, obtidas durante os ensaios de reologia, para as amostras de goma guar (A) e goma chichá (B).

Figura 20 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), durante a análise reológica, para as amostras de goma guar (A) e goma chichá (B), T= 25 °C.

A organização das moléculas não foi nitidamente visível nas imagens obtidas. Quando solubilizadas, as moléculas são capazes de se reorganizar de duas formas diferentes: ligação com as moléculas de água, denominada de efeito de espessamento, ou pela construção de redes, envolvendo zonas de ligação, denominado de efeito de geleificação (DOSSIÊ GOMAS..., 2011).

5.2 Desenvolvimento de recheios com variação no teor e no tipo de gordura

Foram desenvolvidas doze formulações de recheios variando-se o tipo e teor de gordura da formulação, a fim de verificar as diferenças no comportamento desses produtos. A gordura hidrogenada foi escolhida para ser utilizada na formulação controle por ter sido, até pouco tempo, extensivamente utilizada pela indústria de alimentos.

A Figura 21 mostra os recheios desenvolvidos com as gorduras vegetais: hidrogenada (H), *low trans* (LT), de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC) que visualmente não apresentaram diferença em sua aparência.

Figura 21 - Recheios formulados com as gorduras vegetais hidrogenada (H), *low trans* (LT), de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC).

A escolha dos ingredientes utilizados no preparo das formulações como o açúcar *fondant*, chocolate e a polpa de laranja, se deu pela grande disponibilidade e larga aplicação desses produtos no segmento de confeitaria. O uso de altas concentrações de açúcar e gordura é eficiente na preservação dos recheios (MIQUELIM, 2006). O açúcar *fondant* produz uma consistência cremosa e pode ser descrito como um produto proveniente da cristalização controlada da sacarose em um xarope médio (LAWRENCE; ASHWOOD, 1999).

O chocolate tem efeito atrativo devido aos ingredientes presentes em sua formulação e aos resultados que estes impõem ao produto final (gordura, açúcar,

textura e aroma) (RICHTER; LANNES, 2007). Optou-se pelo uso do chocolate branco por ser compatível em sabor com a fruta utilizada.

Optou-se pelos tipos de gorduras hidrogenada e *low trans* pela aplicação das mesmas destinadas a produtos de confeitaria, conforme é apontado nos Anexos A e B. A gordura vegetal hidrogenada tem papel fundamental na aeração, brilho e textura do recheio e seu sabor pode ser mascarado pela adição de açúcar na formulação (CLEGG; SUBRAMANIAM, 2004; TALBOT, 2009). Porém a indústria alimentícia vem substituindo essa gordura por outras livres de *trans*, por isso nesse trabalho utilizou-se a gordura vegetal *low trans* e de cupuaçu, por serem opções para a retirada dos ácidos graxos *trans* dos recheios.

A gordura de cupuaçu também foi aplicada nos recheios como uma opção na substituição da manteiga de cacau, que é frequentemente utilizada na produção de recheios contendo chocolate. O estudo das propriedades da gordura de cupuaçu e as interações com a manteiga de cacau são importantes para aplicação dessas gorduras na indústria confeitaria (MEDEIROS et al., 1999; LANNES, 2003).

5.3 Desenvolvimento de recheios com adição de goma e polpa de murici

Após a elaboração dos recheios com diferentes tipos e teores de gordura, conforme descrito no item 5.2, aplicou-se as gomas guar e chichá nas formulações desenvolvidas com gordura *low trans*. Como a goma guar é um ingrediente convencional de muitas formulações alimentícias, por isso seu comportamento foi comparado com a goma chichá, que neste trabalho foi testada como um novo ingrediente com função de espessante e, principalmente, como substituto de gorduras em os recheios.

As formulações GG foram preparadas empregando-se 0,3% (m/v) de goma guar, enquanto a formulação GC foi desenvolvida com 0,3% de goma chichá (Figura 22). Os hidrocolóides (amido; gomas) e proteínas são amplamente utilizados em alimentos com teor de gordura reduzido, eles substituem características desejáveis normalmente prestados por gotículas de gordura (BAYARRI; CHULIA; COSTELL, 2010; TORRES et al., 2011).

Figura 22 - Recheios formulados com gordura *low trans* + goma guar (GG) e gordura *low trans* + goma chichá (GC).

As gomas não proporcionam calorias e são muito importantes por acrescentarem características de textura e sensação tátil bucal aos substitutos de gordura. A escolha da goma adequada a uma formulação específica depende de suas propriedades físicas e químicas e do sinergismo com outros hidrocolóides ou componentes do alimento (DOSSIÊ GOMAS..., 2011).

A formulação MU (Figura 23) se diferencia das demais por ter sido desenvolvida com polpa de murici em substituição ao suco de laranja concentrado, que foi utilizado como controle em todas as formulações.

O murici é um fruto exótico, rico em propriedades nutricionais, sendo muito utilizado nas regiões do nordeste do Brasil.

Figura 23 - Recheio desenvolvido com gordura *low trans* + polpa de murici (MU).

5.4 Caracterização reológica de recheios com variação no teor e no tipo de gordura

A avaliação reológica por ensaio combinado (oscilatório-rotacional-oscilatório) permitiu determinar as características viscoelásticas, através dos módulos G' (elástico ou de armazenamento) e G'' (viscoso ou de dissipação) e o comportamento tixotrópico dos recheios pela porcentagem de recuperação relacionada ao módulo G' , obtido após a etapa rotacional do teste. Conforme Miquelim e Lannes (2009) o ensaio combinado é muito eficiente para verificar a reconstituição da estrutura de um material para obtenção de dados de tixotropia.

Os resultados dos ensaios apresentados nas Figuras 24, 25, 26 e 27 demonstram o comportamento em função do tempo para os recheios preparados com gorduras vegetais: hidrogenada (H1, H2 e H3), *low trans* (LT4, LT5 e LT6), de cupuaçu (CP7, CP8 e CP9) e manteiga de cacau (MC10, MC11 e MC12), nas concentrações de 10%; 7,5% e 5%.

Figura 24 - Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura vegetal hidrogenada, em concentrações de 10% (H1), 7,5% (H2) e 5% (H3), $T = 28^\circ\text{C}$.

Figura 25 - Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura vegetal *low trans*, em concentrações de 10% (LT4), 7,5% (LT5) e 5% (LT6), $T = 28^\circ\text{C}$.

Figura 26 - Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura de cupuaçu, em concentrações de 10% (CP7), 7,5% (CP8) e 5% (CP9), $T = 28^\circ\text{C}$.

Figura 27 - Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com manteiga de cacau, em concentrações de 10% (MC10), 7,5% (MC11) e 5% (MC12), $T = 28^\circ\text{C}$.

Todos os recheios apresentaram comportamento de gel forte, sendo que a variação no tipo e no teor de gordura utilizada não alterou esse resultado. Quando o módulo elástico (G') é superior ao módulo viscoso (G''), e ambos são independentes da frequência, o material tem caráter de sólido ou de gel forte. Um gel fraco apresenta valores de G'' maiores do que G' em baixas frequências e, em altas frequências, ocorre uma inversão dos módulos, com G' maior do que G'' . Em soluções diluídas, o espectro dinâmico apresenta valores de G'' significativamente maiores do que G' em toda a faixa de frequência, especialmente em baixas frequências (MORRIS, 1995).

O comportamento elástico pode ser explicado em termos de mecanismos de ligação intermolecular. Uma força aplicada externa irá causar deslocamentos espaciais, ou compressões e tensões, dos elementos estruturais no interior do sólido (MARANGONI; NARINE, 2013).

Miquelim (2006) observou a predominância do comportamento elástico em recheios de laranja em base fondant, e a prevalência do comportamento viscoso em recheios à base de gordura hidrogenada.

Na Figura 24 nota-se que os valores de G' e G'' são proporcionais a porcentagem de gordura adicionada na formulação, pois quanto maior a adição de gordura vegetal hidrogenada (H1) maiores são os valores de G' e G'' , resultado contrário ao observado na Figura 25, onde os valores de G' e G'' são inversamente proporcionais ao teor de gordura *low trans* acrescido nas formulações. Nas Figuras 26 e 27 também é possível observar que o aumento de manteiga de cacau e gordura de cupuaçu tendem a diminuir os valores iniciais de G' e G'' .

As amostras com menor teor de gordura receberam maior proporção de chocolate resultando em um recheio mais sólido. Isso pode ser explicado devido ao maior conteúdo de sólidos de cacau espalhados na matriz gordurosa, deixando a massa mais densa e resistente ao fluxo e escoamento (ROUSSEAU, 2007).

No caso da gordura, a pré-cristalização garante a rápida solidificação na forma mais estável, impedindo a formação de cristais maiores e irregulares que provocam uma textura arenosa (BIRKETT; DENMARK, 2009). Os emulsificantes são usados principalmente para promover a interação entre as partículas de açúcar e a fase de gordura, reduzindo a quantidade de gordura necessária para garantir propriedades de fluxo desejadas (AFOAKWA, 2007).

A viscosidade depende do tamanho, forma e orientação das moléculas, sendo que alterações instantâneas na taxa de cisalhamento causam alterações na forma e orientação das partículas (LABANDA et al., 2004). Em geral, notou-se que a viscosidade aparente não sofreu variações em todas as amostras analisadas, independente do tipo de gordura utilizada.

A Tabela 8 mostra a porcentagem de recuperação das amostras, calculada pelo software Haake Rheowin, versão 6.0, e avaliada em relação ao módulo G' , obtido no terceiro passo da análise reológica, após 60 s de análise. A recuperação do produto não deve ser relacionada somente ao quanto ele retorna as suas características de viscosidade iniciais, mas também ao quanto ele recupera da sua estrutura anterior (LI et al., 2007).

Tabela 8 – Porcentagem de recuperação estrutural das amostras de recheios elaboradas com gordura vegetal hydrogenada (H), gordura vegetal *low trans* (LT), gordura de cupuaçu (CP) e manteiga de cacau (MC) nas concentrações de 10% (H1, LT4, CP7 e MC10), 7,5% (H2, LT5, CP8 e MC11) e 5% (H3, LT6, CP9 e MC12).

Amostra	Recuperação Relativa (%)
H1	51,27
H2	35,22
H3	255,25
LT4	168,71
LT5	77,10
LT6	31,46
CP7	122,66
CP8	96,75
CP9	126,96
MC10	22,02
MC11	30,42
MC12	9,61

n: 6

Valores médios calculados pelo programa HAAKE RheoWin (versão 3.61)

Todas as amostras contém açúcar *fondant* + chocolate branco + suco concentrado de laranja + lecitina de soja + álcool 40 °GL, com as variações em H1; H2; H3 (gordura vegetal hydrogenada), LT4; LT5; LT6 (gordura vegetal low trans), CP7; CP8; CP9 (gordura de cupuaçu), MC10; MC11; MC12 (manteiga de cacau).

Conforme Miquelim e Lannes (2009) a avaliação da estrutura de um material com a obtenção de dados de tixotropia pode ser conduzida pelo ensaio combinado oscilatório-rotacional-oscilatório muito eficiente para verificar a reconstituição da estrutura. Em medidas reológicas a tixotropia não é um valor absoluto, mas sim uma forma de mensurar o quanto o produto apresenta essa propriedade em função das condições do ensaio (MAO; CHEN, 2006). Por intermédio de curvas que avaliam a tixotropia, é possível entender o comportamento microestrutural de um material e seu efeito na reologia. Os recheios formulados com manteiga de cacau (MC1, MC2 e MC3) apresentaram taxas inferiores de recuperação estrutural (Tabela 8), diferindo dos elaborados com gordura de cupuaçu (CP1, CP2 e CP3), que praticamente apresentaram completa reestruturação do sistema. A recuperação pode estar associada ao conteúdo de gordura sólida (SFC) da manteiga de cacau. De acordo com Lannes, Medeiros & Gioielli (2003), a gordura de cupuaçu possui dureza e tempo de cristalização inferior ao da manteiga de cacau, a 26 °C o SFC da manteiga de cacau é superior ao da gordura de cupuaçu e da mistura de ambas, o que sugere que a gordura de cupuaçu pode ser útil na fabricação de recheios de chocolate com consistência macia (LANNES, 2003).

As propriedades reológicas e de textura de um produto gorduroso são fortemente dependentes da rede macroscópica formada pela gordura presente no produto (LANNES; MEDEIROS; GIOIELLI, 2004). A definição de um sistema tixotrópico também pode ser associada à distribuição de partículas e bolhas (STEFFE 1996; BARNES, 1997).

O comportamento tixotrópico pode ser mais bem visualizado em gráficos que mostram o módulo viscoso. A presença da gordura na formulação, mesmo que em pouca quantidade, pode alterar as características viscosas do produto em função do tempo (FOEGEDING; STEINER, 2002).

As imagens capturadas pelo módulo Rheoscope (Figuras 28, 29, 30 e 31) foram obtidas durante todos os testes e mostram como estão estruturadas as amostras na primeira (oscilatório inicial) e na última fase (oscilatório final) dos testes. Com este módulo a ligação entre as estruturas microscópicas e as propriedades reológicas das amostras podem ser monitoradas simultaneamente (THERMO ELECTRON CORPORATION, 2006).

Figura 28 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura vegetal hydrogenada (H1, H2 e H3), $T = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 29 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura vegetal *low trans* (LT4, LT5 e LT6), T= 28 °C.

Figura 30 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura de cupuaçu (CP7, CP8 e CP9), $T = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 31 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo manteiga de cacau (MC10, MC11 e MC12), $T = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

É observado nas imagens que houve uma definição maior das partículas no final das avaliações, podendo ser sugerido um estado de agregação e/ou aglomeração de partículas após o ensaio rotacional. O volume das partículas presentes, sua forma e estado de agregação têm influência significativa no

comportamento reológico dos produtos, tanto em sistemas estáticos como em escoamento (SERVAIS et al., 2002). Em sistemas com partículas maiores o comportamento elástico é predominante, conforme os resultados encontrados (ADAMS et al., 2004).

5.5 Caracterização reológica de recheios com substituição de gordura por goma

Os resultados exibidos nas Figuras 32, 33, 34 e 35 ilustram o comportamento reológico em função do tempo para os recheios preparados com gordura vegetal *low trans* com adição de 0,3% (m/v) das gomas guar (GG13, GG14 e GG15) e chichá (GC16, GC17 e GC18) e polpa de murici (MU19, MU20 e MU21).

Figura 32 - Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura *low trans* + goma guar (GG13, GG14 e GG15), $T = 28^\circ\text{C}$.

Figura 14 - Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura *low trans* + goma chichá (GC18, GC19 e GC20), $T = 28^\circ\text{C}$.

Figura 34 - Curvas dos módulos viscoso (G'), elástico (G'') e viscosidade aparente (η), em função do tempo, para as amostras formuladas com gordura *low trans* + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), $T = 28^\circ\text{C}$.

Os resultados da análise reológica apontaram o caráter sólido ou de gel forte para todas as amostras, pois o módulo elástico foi superior ao módulo viscoso ($G' > G''$).

O efeito na viscosidade aparente de um recheio de fruta pode variar de acordo com a taxa de cisalhamento aplicada e com o tipo e quantidade de goma utilizada. A adição de goma guar (0,15 a 0,30%) aumenta a viscosidade aparente em taxas de cisalhamento de 0,1 a 10 rad/s (WEI; WANG; WU, 2001).

Na Figura 33 observa-se que as curvas de viscosidade das formulações contendo goma chichá não sofrem alteração com o aumento do conteúdo de gordura adicionado, diferente das amostras com goma guar (Figura 32), onde se notou um decréscimo na viscosidade com o aumento do teor de gordura. A viscosidade da amostra se eleva com o aumento da concentração da goma. Este comportamento pode ser atribuído à intensificação das interações intermoleculares e dos entrelaçamentos físicos, que provocam um acréscimo efetivo tanto nas dimensões da macromolécula como na massa molar do sistema (DIAZ et al. 2004).

A Tabela 9 mostra a recuperação estrutural das amostras de recheios produzidos com as gomas guar e chichá e polpa de murici.

Tabela 9 - Porcentagem de recuperação estrutural das amostras de recheios elaboradas com gordura *low trans* + goma guar (GG13; GG14; GG15), gordura *low trans* + goma chichá (GC16; GC17; GC18), gordura *low trans* + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), nas concentrações de 9,7%; 7,2% e 4,7% de gordura, 0,3% das gomas e 13% de polpa de murici

Amostra	Recuperação Relativa (%)
GG13	114,90
GG14	92,49
GG15	185,69
GC16	175,32
GC17	98,20
GC18	73,79
MU19	69,69
MU20	100,51
MU21	109,96

n: 6

Valores médios calculados pelo programa HAAKE RheoWin (versão 3.61)

Todas as amostras contém açúcar *fondant* + chocolate branco + gordura vegetal *low trans* + lecitina de soja + álcool 40 °GL, com as variações em GG13; GG14; GG15 (goma guar + suco concentrado de laranja), GC16; GC17; GC18 (goma chichá + suco concentrado de laranja), MU19; MU20; MU21 (polpa de murici).

Na Tabela 9 é possível observar que a maioria das amostras apresentou recuperação superior ou igual a 100%, sendo que a maior recuperação foi observada na amostra GG15 e a menor para a MU19. Os recheios produzidos com polpa de murici não apresentaram valores elevados de recuperação, devido à incompatibilidade observada entre as gorduras que compõe a fase gordurosa. Talvez se a formulação escolhida para adição da polpa de murici fosse com manteiga de cacau (ao invés de gordura *low trans*) poderia se observar resultados superiores, já que a composição do óleo de murici é compatível com a manteiga de cacau.

Em relação às formulações desenvolvidas com as gomas, notou-se que o sistema elaborado com menor teor de gordura e goma chichá (GC18) exibiu resultados inferiores aos produzidos com menor porcentagem de gordura e goma guar (GG15). A porcentagem de recuperação é associada ao comportamento

tixotrópico e pode ter sido influenciada pela redução do teor de gordura das formulações. Em chocolates com baixo teor de gordura (< 25%) observa-se acentuada tixotropia (AFOAKWA, 2010).

Salas (2011) avaliou a recuperação estrutural de preparados para recheios elaborados com goma xantana e N-succinil quitosana, a partir de três etapas de análise, teste oscilatório com tensão controlada (1 Hz, 0,01 Pa), teste rotacional com taxa de deformação controlada (50 1/s) e tensão controlada em teste oscilatório (1 Hz, 5 Pa), concluindo que ambos apresentaram boa recuperação.

As imagens obtidas no início e no final das análises (Figuras 35, 36 e 37) confirmam a recuperação da estrutura; também se observa o menor tamanho dos glóbulos de gordura para as amostras elaboradas com a polpa de murici e melhor definição dos cristais com maior formação de aglomerados.

Figura 35 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura *low trans* + goma guar (GG13, GG14 e GG15), T= 28 °C.

Figura 36 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras contendo gordura *low trans* + goma chichá (GC16, GC17 e GC18), T= 28 °C.

Figura 37 - Microscopia óptica sob luz polarizada, obtida pelo módulo Rheoscope (aumento = 20x), na fase inicial (coluna esquerda) e na fase final da análise reológica (coluna direita), para as amostras com gordura *low trans* + polpa de murici (MU19, MU20 e MU21), T= 28 °C.

5.5 Composição físico-química de recheios formulados com polpa de murici

Os valores médios da composição físico-química das formulações de recheios produzidos com suco concentrado de laranja e polpa de murici são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Composição físico-química e valor calórico total das formulações de recheios preparadas com gordura *low trans* (10%; 7,5%; 5%) + suco concentrado de laranja (13%) (LT4; LT5; LT6) e gordura *low trans* (9,7%; 7,2% e 4,7%) + polpa de murici (13%) (MU19; MU20; MU21).

Amostra	Umidade M±DP (%)	Proteínas M±DP (%)	Lipídios M±DP (%)	Cinzas M±DP (%)	CHO ¹ M±DP (%)	VCT ² M±DP (%)
LT4	11,87±0,00	2,69±0,00	29,97±0,03	1,26±0,00	54,21±0,00	497,33±0,03
LT5	11,57±0,01	2,77±0,00	28,13±0,02	1,30±0,00	56,23±0,00	489,17±0,04
LT6	11,82±0,00	2,95±0,00	26,87±0,00	1,34±0,00	57,02±0,00	489,89±0,10
MU19	13,26±0,01	3,82±0,01	30,21±0,02	2,02±0,00	50,69±0,01	489,93±0,01
MU20	13,16±0,01	3,88±0,00	29,14±0,01	2,00±0,00	51,82±0,00	485,06±0,09
MU21	13,35±0,00	4,01±0,00	28,33±0,00	2,04±0,01	52,27±0,00	480,09±0,05

n: 3

Média (M)

Desvio padrão (DP)

¹Carboidratos totais (CHO), calculados por diferença

²Valor calórico total (VCT)

Todas as amostras contém açúcar *fondant* + chocolate branco + gordura vegetal *low trans* + lecitina de soja + álcool 40 °GL, com as variações em LT4; LT5; LT6 (suco concentrado de laranja) e MU19; MU20; MU21 (polpa de murici).

A umidade representa a água contida no alimento e sua quantidade é relacionada com a estabilidade, qualidade e composição afetando na estocagem do

alimento, pois quanto maior o teor de umidade menor será a vida de prateleira do produto (SOLER et al., 1996).

Na Tabela 10, nota-se que os recheios produzidos com a polpa de murici (MU19; MU20; MU21) apresentaram resultados superiores de umidade, em relação aos recheios de laranja (LT4; LT5; LT6), já que a polpa de murici *in natura* apresenta maior teor de água do que o suco concentrado de laranja.

Souza et al., (2010) encontraram altos valores de umidade em bombons com recheio de cupuaçu produzidos industrialmente e de forma caseira, 14,45% e 13,12%, respectivamente.

Em relação ao teor de lipídios as amostras formuladas com polpa de murici exibiram valores superiores, resultado esperado, pois a polpa de murici contém 2,34 g/100g de lipídios e foi adicionada em substituição ao suco concentrado de laranja que não contém gordura.

Os recheios produzidos com menor teor de gordura (LT6 e MU21) apresentaram maiores valores de proteínas e cinzas, devido a maior adição de chocolate na formulação. Silva et al. (2009) também encontrou resultados semelhantes em recheios de cupuaçu.

McWatters et al. (2006), comparou a composição centesimal de recheios a base de manteiga de amendoim com recheios contendo substituição dessa manteiga por geléia de uva ou de morango. O teor de gordura dos recheios com substituição da manteiga pelas geléias foi menor ($\pm 18\%$) do que os produzidos só com a manteiga de amendoim ($\pm 26\%$).

O valor calórico total das amostras variou entre 497,33 e 480,09%, onde os menores valores foram observados nas formulações desenvolvidas com polpa de murici, que receberam menor teor de gordura *low-trans*, devido a quantidade de gordura encontrada na polpa de murici.

A Tabela 11 mostra o teor de sólidos solúveis totais, expressos em °Brix, e o pH das formulações de recheios produzidos com suco concentrado de laranja e polpa de murici.

Tabela 11 – Teor de sólidos solúveis totais e pH das formulações de recheios preparados com gordura *low trans* + suco concentrado de laranja (LT4; LT5; LT6) e gordura *low trans* + polpa de murici (MU19; MU20; MU21).

Amostra	SST °Brix M±DP (%)	pH M±DP (%)
LT4	72,0±0,02	4,28±0,02
LT5	72,0±0,02	4,22±0,05
LT6	72,0±0,01	4,11±0,03
MU19	74,0±0,02	4,20±0,03
MU20	74,0±0,01	4,19±0,01
MU21	74,0±0,02	4,04±0,02

n: 3

Média (M)

Desvio padrão (DP)

Sólidos solúveis totais (SST)

Todas as amostras contém açúcar *fondant* + chocolate branco + gordura vegetal *low trans* + lecitina de soja + álcool 40 °GL, com as variações em LT4; LT5; LT6 (suco concentrado de laranja) e MU19; MU20; MU21 (polpa de murici).

Os recheios preparados com polpa de murici apresentaram maior teor de sólidos solúveis totais (74 °Brix), em relação aos produzidos com suco concentrado de laranja (72 °Brix), tal fato pode ser explicado pelo maior teor de sólidos solúveis totais encontrados na polpa de murici (68 °Brix).

A alta concentração de açúcar (> 65 °Brix) e de gordura na formulação de recheios pode inibir o crescimento de microrganismos (SOLER, 1996).

As amostras apresentaram pH entre 4,04 e 4,28, valores que podem ser associados com a acidez das frutas utilizadas. Richter e Lannes (2007) encontraram valores de > 4,5 em bombons. A maior parte dos microrganismos crescem em

valores de pH ao redor de 7,0, enquanto poucos crescem em valores abaixo de 4,0 (JAY, 2000).

6 CONCLUSÕES

Em todas as formulações o módulo elástico (G') sobressaiu-se ao módulo viscoso (G''), confirmando a estrutura mais sólida do produto. Também foi constatado que quanto menor o teor adicionado de manteiga de cacau e de gordura de cupuaçu, maiores foram os valores de G' e G'' , ou maior viscoelasticidade, resultado contrário aos comportamentos das amostras contendo gordura hidrogenada e *low trans*.

A completa recuperação estrutural do sistema foi observada em todos os recheios produzidos com: gordura de cupuaçu; com menor teor de gordura hidrogenada; com maior porcentagem de gordura *low trans*. Enquanto aqueles formulados com manteiga de cacau não se recuperaram completamente.

A adição das gomas chichá e guar nos recheios contendo gordura *low trans* aumentou a taxa de recuperação estrutural desses sistemas, mostrando a eficácia de ambas as gomas como estabilizante.

O recheio com maior porcentagem de gordura *low trans* + polpa de murici exibiu a menor taxa de recuperação estrutural, porém a adição dessa polpa reduziu em pouco mais de 1% o valor calórico das formulações, elevando seu teor de proteínas e minerais.

Os recheios apresentados são uma valiosa contribuição para a indústria de chocolates e confeitos, pois apresentam estabilidade estrutural agregada ao valor nutricional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

ABU-JDAYIL, B.; MOHAMEED, H.A.; EASSA, A. Rheology of wheat starch-milk-sugar systems: effect of starch concentration, sugar type and concentration, and milk fat content. **Journal of Food Engineering**, v.64, n.2, p.207-212, 2004.

ADAMS, S.; FRITH, W.J.; STOKES, J.R. Influence of particle modulus on the rheological properties of agar microgels suspensions. **Journal of Rheology**, v.48, n.6, p.1195-1213, 2004.

AFOAKWA, E.O.; PATERSON, A.; FOWLER, M.; VIEIRA, J. Relationship between rheological, textural and melting properties of dark chocolate as influenced by particle size distribution and composition. **European Food Research and Technology**, v.227, p.1215–1223, 2008.

AFOAKWA, E.O.; PATERSON, A.; FOWLER, M.; VIEIRA, J. Microstructure and mechanical properties related to particle size distribution and composition in dark chocolate. **International Journal of Food Science and Technology**, v.44, p.111–119, 2009.

AFOAKWA, E.O. **Chocolate science and technology**. Chichester: Wiley-Blackwell, 2010. 259p.

AFOAKWA, E.O.; PATERSON, A.; FOWLER, M. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v.18, p.290–298, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução n.12, de 1978**. Aprova as Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO_12_1978.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 02 out. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução n.360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1c2998004bc50d62a671ffbc0f9d5b29/RDC_N_360_DE_23_DE_DEZEMBRO_DE_2003.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 02 out. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.271, de 22 de setembro de 2005**. Aprova "Regulamento Técnico Para Açúcares e Produtos para Adoçar". Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ca624500474594079ba5df3fbc4c6735/RDC_271_2005.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0. Acesso em: 10 nov. 2011.

¹De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.264, de 22 de setembro de 2005.** Aprova "Regulamento Técnico para Chocolate e Produtos de Cacau". Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/5e63cd804745929d9afede3fbc4c6735/RDC_264_2005.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0. Acesso em: 10 nov. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.270, de 22 de setembro de 2005.** Aprova Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Disponível em: http://www.suvisa.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/sesap_suvisa/arquivos/gerados/resol_270_set_2005.pdf. Acesso em: 10 fev. 2011.

AGOSTINI-COSTA, T.; VIEIRA, R.F. **Frutas nativas do cerrado:** qualidade nutricional e sabor peculiar. 2000. Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/biotecnologia/artigos_de_biotecnologia/frutas_nativas_do_cerrado%3A_qualidade_nutricional_e_sabor_peculiar.html. Acesso em: 20 nov. 2010.

ALI, A.; SELAMAT, J.; MAN, Y.B.C.; SURIA, A.M. Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate. **Food Chemistry**, v.72, p.491-497, 2001.

ALVES, G.L.; FRANCO, M.R.B. Headspace gas chromatography–mass spectrometry of volatile compounds in murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich). **Journal of Chromatography**, v.985, n.4, p.297-301, 2003.

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

AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society.** 6.ed. Urbana: AOCS, 2009. [Method Cj 1-94: DSC melting properties of fats and oils, in Official Methods and Recommended Practices of the AOCS].

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.141, n.4, p.399-436, 2003.

ARAGÃO, C.G. **Mudanças físicas e químicas da semente do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) durante o processo fermentativo.** Amazonas, 1992. 115p. Dissertação de Mestrado - Fundação Universidade do Amazonas.

ARAÚJO, E.C.E. Chichá (*Steculia striata* St. Hil. et Naud.): uma nova opção para os mercados nacional e internacional de nozes. **Informativo SBF**, v.16, n.4, p.13-14, 1997.

ARAÚJO, R.R.; SANTOS, E.D.; LEMOS, E.E.P.; ALVES, R.E. Caracterização biométrica de frutos e sementes de genótipos de murici (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich.) do tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p.224-228, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, CACAU, AMENDOIM, BALAS E DERIVADOS. **Estatística**. Disponível em: . Acesso em: 02 dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCO DE LARANJA. **História da laranja**. Disponível em: <http://www.citrusbr.com.br/exportadores-citricos/setor/historia-da-laranja-150989-1.asp>. Acesso em: 4 dez. 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: A.O.A.C., 1996. cap.33, p.5. [Method 926.12].

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995. p.763-776.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington: AOAC, 1990. p.763-776.

AUED-PIMENTEL, S.; LAGO, J.H.G.; CHAVES, M.H.; KUMAGAI, E.E. Evaluation of a methylation procedure to determine cyclopropenoids fatty acids from *Sterculia striata* St. Hil et Naud seed oil. **Journal of Chromatography, A**, v.1054, p.235-239, 2004.

BALDINO, N.; GABRIELE, D.; MIGLIORI, M. The influence of formulation and cooling rate on the rheological properties of chocolate. **European Food Research and Technology**, n.231, p.821–828, 2010.

BALERONI, C.R.S.; MORAES, M.L.T.; MORAES, S.M.B.; SOUZA, C.S.; SÁ, M.E. Composição química de sementes das espécies florestais mamica-de cadela (*Brosimum gaudichaudii* trec), marolo arbóreo (*Annona crassiflora* mart.), marolo rasteiro (*Annona dióica* st. Hil.), chichá-do-cerrado (*Sterculia a* St. Hil. Ex Turpin) e imbuia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso). **Ciências Agrárias e da Saúde**, v.2, n.1, p.28-32, 2002.

BANERJEE, S.; BHATTACHARYA, S. Food gels: gelling process and newapplications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.52, p.334–346, 2012.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; KOKINI, J.L.; MA, L.; IBARZ, A. The rheology of semiliquid foods. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.39, p.1–69, 1996.

BARNES, H.A. Thixotropy: a review. **Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics**, v.70, p.1-33, 1997.

BARNES, H.A.; HUTTON, J.F.E.; WALTERS, K. **An introduction to rheology**. Amsterdam, New York: Elsevier, 1989. (Rheology series, v.3).

BAYARRI, S.; CHULIÁ, I.; COSTELL, E. Comparing λ -carrageenan and an inulin blend as fat replacers in carboxymethyl cellulose dairy desserts: rheological and sensory aspects. **Food Hydrocolloids**, v.24, n.6/7, p.578-587, 2010.

BECKER-ALMEIDA, D.F.S. **Desenvolvimento e aplicação de gorduras low-trans em margarina e bolo tipo inglês**. Campinas, 2008. 179p. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

BECKETT, S.T. **Industrial chocolate**: manufacture and use. 2.ed. London: Chapman and Hall, 1994, 408p.

BECKETT, S.T. **The science of chocolate**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2004. 170p.

BECKETT, S.T. **The science of chocolate**. 2.ed. Cambridge: RSC Publishing, 2008. 240p.

BHATTACHARYA, S.N. **Rheology**: fundamentals and measurements. Melbourne: Royal Melbourne Institute of Technology, 1997. 156p.

BILL, E. Caramels, fondants and jellies as centres and fillings. In: TALBOT, G., ed. **Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products**. Boca Raton: CRC Press; Oxford: Woodhead, 2009. cap.7, p.123-151. (Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition).

BIRKETT, J.; DENMARK, A. Fat-based centres and fillings. In: TALBOT, G., ed. **Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products**. Boca Raton: CRC Press; Oxford: Woodhead, 2009. cap.6, p.101-122. (Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition).

BOHME, B.; KRETZSCHMAR, R.; SCHNEIDER, Y.; FIALA, P.; ROHM, H. Effect of alcohol in starch-thickened fillings on the storage stability of dark chocolate pralines. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.89, p.447–454, 2012.

BONZAS, J.; BROWN, B.D. Interactions affecting microstructure, texture, and rheology of chocolate confectionery products. In: GAONKAR, A.G., ed. **Ingredient interactions**: effects on food quality. [New York: Marcel Dekker, 1995. p.451-523.](#) (Food Science and Technology, 66).

BRITO, A.C.F.; SILVA, D.A.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. *Sterculia striata* exudate polysaccharide: characterization, rheological properties and comparison with *Sterculia urens* (karaya) polysaccharide. **Polymer International**, v.53, n.8, p.1025–1032, 2004.

BRITO, A.C.F.; SIERAKOWSKI, M.R.; REICHER, F.; FEITOSA, J.P.A.; PAULA, R.C.M. Dynamic rheological study of *Sterculia striata* and Karaya polysaccharides in aqueous solution. **Food Hydrocolloids**, v.19, n.5, p.861–867. 2005.

BUENO, S.M.; GARCIA-CRUZ, C.H. The influence of fermentation time and the presence of salts in the rheology of the fermentation broth of a polysaccharide-producing bacteria free of soil. **Journal of Food Engineering**, v.50, n.1, p.41-46, 2001.

BUTT, M.S.; SHAHZADI, N.; SHARIF, M.K.; NASIR, M. Guar gum: a miracle therapy for hypercholesterolemia, hyperglycemia and obesity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, n.47, p.389-396, 2007.

CALABRESE, F.; DAZZI, C. Citrus. In: COSTANTINI, E.A.C., ed. **Manual of methods for soil and land evaluation**. Enfield: Science Publishers, 2009. 549p.

CARVALHO, M.G.; COSTA, J.M.C.; SOUZA, V.A.B.; MAIA, G.A. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-dogurguéia. **Ciência Agronômica**, v.39, n.4, p.517-523, 2008.

CASTRO, R.A.O.; LEITE, J.J.G.; CORRÊA, C.G.; BEZERRA, D.P.; ALVES, C.R.; MORAIS, S.M. Propriedade antioxidante e caracterização dos ácidos graxos do extrato hexânico do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 47, Natal, 2007. **Anais eletrônicos**. NATAL: ABQ-RN, 2007. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/13/13-38-137.htm>. Acesso em: 10 jul. 2012.

CAVALCANTE, R.F.; PAULA, H.C.B. Desenvolvimento de armadilha ecológica para a captura do vetor transmissor da dengue. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 47, Natal, 2007. **Anais eletrônicos**. NATAL: ABQ-RN, 2007. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/3/3-454-534.htm>. Acesso em: 10 dez. 2010.

CHAISERI, S.; DIMICK, P.S. Cocoa butter: its composition and properties. **Manufacturing Confectioner**, v.67, n.12, p.115-122, 1987.

CHAVES, M.H.; BARBOSA, A.S.; MOITA NETO, J.M.; AUED-PIMENTEL, S.; LAGO, J.H.G. Caracterização química do óleo da amêndoa de *Sterculia striata* St. Hil. et Naud. **Química Nova**, v.27, n.3, p.404-408, 2004.

CHO, J.; HEUZEY, M.; BÉGIN, A.; CARREAU, P.J. Chitosan and glycerophosphate concentration dependence of solution behavior and gel point using small amplitude oscillatory rheometry. **Food Hydrocolloids**, v.20, p.936-945, 2006.

CLARK, D. Fat replacers and fat substitutes. **Food Technology**, v.48, n.12, p.86, 1994.

CLEGG, S.; SUBRAMANIAM, P. Milk chocolate and toffe. **Manufacturing Confectioner**, v.84, n.6, p.65-72, 2004.

COHEN, K.O.; JACKIX, M.N.H. Estudo do liquor de cupuaçu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.1, n.25, 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. 22p. (Documentos, 269).

COSTA, D.A.; CHAVES, M.H.; SILVA, W.C.S.; COSTA, C.L.S. Constituintes químicos, fenóis totais e atividade antioxidante de *Sterculia striata* St. Hil. et Naudin. **Acta Amazonica**, v.40, n.1, p.207-212, 2010.

COSTA, M. Artigo técnico: entenda o que é a tixotropia. In: CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - IV REGIÃO. 2006. p.10-11. Disponível em: http://www.crq4.org.br/informativomat_285. Acesso em: 16 jul. 2012.

COSTA, S.M.O.; PAULA, R.C.M.; RODRIGUES, J.F. Métodos de isolamento de gomas naturais: comparação através da goma do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.3, n.1, p.31-36, 1993.

CRAIG-SCHMIDT, M.C.; TEODORESCU, C.A. *Trans fatty acids in foods*. In: CHOW, C.K., ed. **Fatty acids in foods and their health implication**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press; London: Taylor & Francis, 2008. cap.15, p.377-437. (Food science and technology; Food science and technology).

CUNHA, P.L.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, v.32, n.3, p.649-660, 2009.

DAHLENBORG, H.; MILLQVIST-FUREBY, A.; BERGENSTAHL, B.; KALNIN, D.J.E. Investigation of chocolate surfaces using profilometry and low vacuum scanning electron microscopy. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.88, p.773-783, 2011.

DELGOBO, C.L.; GORIN, P.A.J.; JONES, C.; IACOMINI, M. Gum heteropolysaccharide and free reducing mono- and oligosaccharides of *Anadenanthera colubrina*. **Phytochemistry**, v.47, n.7, p.1207-1214, 1998.

DEPYPERE, F.; CLERCQ, N.; SEGERS, M.; LEWILLE, B.; DEWETTINCK, K. Triacylglycerol migration and bloom in filled chocolates: effects of low-temperature storage. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.111, p.280-289, 2009.

DINIZ, Z.N.; BORA, P.S.; QUEIROGA NETO, V.; CAVALHEIRO, J.M.O. Sterculiastrata seed kernel oil: characterization and thermal stability. **Grasas y Aceites**, v.59, n.2, p.160-165, 2008.

DOGAN, H.; KOKINI, J.L. Rheological properties of foods. In: HELDMAN, D.R.; LUND, D.B., ed. **Handbook of food engineering**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, 2007. (Food science and technology).

DOSSIÊ GOMAS. **Food Ingredients Brasil**, n.17, p.27-46, 2011. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/176.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2012.

EFRAIM, P.; ALVES, A.B.; JARDIM, D.C.P. Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.14, n.3, p.181-201, 2011.

EIRAS, C.; PASSOS, I.N.G.; BRITO, A.C.F.; SANTOS Jr., J.R.; ZUCOLOTTI, V.; OLIVEIRA Jr., O.N.; KITAGAWA, I.L.; CONSTANTINO, C.J.L.; CUNHA, H.N. Nanocompósitos eletroativos de poli-o-metoxianilina e polissacarídeos naturais. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1158-1162, 2007.

ELLIS, P.R.; WANG, Q.; RAYMENT, P.; REN, Y.; ROSS-MURPHY, S.B. Guar Gum: agricultural and botanical aspects, physicochemical and nutritional properties, and its use in the development of functional foods. In: CHO, S.S.; DREHER, M.L., eds. **Handbook of dietary fiber**. New York: Marcel Dekker, 2001. p.613-657. ([Food Science and Technology, v.113](#)).

FARIA, E.A.; LELES, M.I.G.; IONASHIRO, M.; ZUPPA, T.O.; ANTONIOSI FILHO, N.R. Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Eclética Química**, v.27, p.5-9, 2002.

FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA Jr., M.C.; MARIMON, B.S.; DELITTI, W.B.C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa, MT. **Acta Botanica Brasílica**, v.16, p.103-112, 2002.

FLAMMANG, A.M.; KENDALL, D.M.; BAUMGARTNER, C.J.; SLAGLE, T.D.; CHOE, Y.S. Effect of a viscous fibre bar on postprandial glycemia in subjects with type 2 diabetes. **Journal of the American College of Nutrition**, n.25, p.409-414, 2006.

FOEGEDING, E.A.; STEINER, A.E. Factors regulating caramel stickiness and texture. **Manufacturing Confectioner**, v.82, n.5, p.81-88, 2002.

FOWLER, M.S. Cocoa beans: from tree to factory. In: BECKETT, S.T., ed. **Industrial chocolate manufacture and use**. 3.ed. Oxford: Blackwell Science, 1999. p.8-35.

FREITAS, L.C.; MONTE, A.D.M.O.; CAVALCANTE, T.A. Mercado de hidrocolóides no Brasil. **Revista de Química Industrial**, v.64, p.708-709, 1996.

GAMBOA, O.W.D.; GIOIELLI, L.A. Comportamento de cristalização de lipídeos estruturados obtidos a partir da gordura de palmiste e óleo de peixe. **Química Nova**, v.29, n.4, p.646-653, 2003.

GILABERT-ESCRIVÁ, M.V. **Caracterização e seleção de gorduras do gênero *Theobroma* para aplicação tecnológica**. Campinas, 2002. 165p. Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

GLICKSMAN, M. Hydrocolloids and the search for the “Oily Grail”. **Food Technology**, v.45, n.10, p.94-103, 1991.

GOETZ, J.; BALZER, H.; HINRICHS, R. Characterization of the structure and flow behavior of model chocolate system by means of NMR and rheology. **Applied Rheology**, v.15, n.2, p.98-111, 2005.

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

GONÇALVES, E.V. **Desenvolvimento e caracterização reológica de formulações especiais de fondue de chocolate**. São Paulo, 2011. 76p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L.A.G. Gorduras *low trans/low sat*: um novo desafio para a indústria. **FIB: Food Ingredients Brasil**, n.7, p.42-44, 2009. (Bunge). Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/94.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2011.

GRUNENVALDT, F.L. **Avaliação de propriedades físicas e sensoriais e do desempenho tecnológico de chocolates produzidos com misturas de manteiga de cacau e gorduras *low/zero trans***. Campinas, 2009. 151p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Química – Universidade Estadual de Campinas.

GUIMARÃES, M.M.; SILVA, M.S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.4, n.28, p.817-821, 2008.

GUNASEKARAN, S.; AK, M.M. **Cheese rheology and texture**. Boca Raton: CRC Press, 2003. cap.5, p.215-272.

GUNNERDAL, J. Cocoa butter alternatives in confectionary production. **Agro-Food-Industry**, v.3/4, p.28-32, 1994.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; FONSECA Jr., E.M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss). **Cerne**, v.12, p.84-91, 2006.

HERRERA, M.L.; FALABELLA, C.; MELGAREJO, M.; ANON, M.C. Isothermal crystallization of hydrogenated sunflower oil. 1. Nucleation. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.75, n.10, p.1273-1280, 1998.

HEYWOOD, V.H., ed. **Flowering plants of the world**. New York: Oxford University, 1993. 335p.

HILL, M.A.; MITCHELL, J.R.; SHERMAN, P.A. The relationship between the rheological and sensory properties of a lemon pie filling. **Journal of Texture Studies**, v.26, n.4, p.457-470, 1995.

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.

HORNSTRA, G. Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease. **Fett/Lipid**, v.101, n.12, p.456-466, 1999.

HURST, W.J.; MARTIN Jr., R.A. The HPLC separation and quantitation of lecithin in chocolate. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.57, n.9, p.307-310, 1980.

INTERNATIONAL CONFECTIONARY ASSOCIATION. Disponível em: <http://www.international-confectionery.com/articles/8-candy>. Acesso em: 07 nov. 2011.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 1443**: meat and meat products - determination of total fat content. Geneva: ISO, 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos de análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. 1020p.

JIMÉNEZ-FLORES, R. Trends in research for alternate uses of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.10, p.2644-2650, 1997.

JONES, J.K.N.; SMITH, F. Plant gums and mucilages. **Advances in Carbohydrate Chemistry**, v.4, p.243-251, 1949.

KARABULUT, I.; KAYAHAN, M.; YAPRAK, S. Determination of changes in some physical and chemical properties of soybean oil during hydrogenation. **Food Chemistry**, n.81, p.453-456, 2003.

KARABULUT, I.; TURAN, S.; ERGIN, G. Effects of chemical interesterification on solid fat content and slip melting point of fat/oil blends. **European Food Research and Technology**, v.218, n.3, p.224-229, 2004.

KATZBAUER, K. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**, v.59, p.81-84, 1998.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.147-155, 2005.

KLOEK, W.; WALSTRA, P.; VAN VLIET, T. Nucleation kinetics of emulsified triglyceride mixtures. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.77, n.6, p.643-652, 2000.

KULICKE, W.M.; EIDAM, D.; KATH, F.; KIX, M.; KULL, A.H. Hydrocolloids and rheology: regulation of visco-elastic characteristics of waxy rice starch in mixtures with galactomannans. **Starch/Stärke**, n.48, p.105-114, 1996.

LABANDA, J.; MARCO, P.; LLORENS, J. Rheological model to predict the thixotropic behavior of colloidal dispersions. **Colloids and Surfaces, A: Physicochemical Engineering Aspects**, v.249, p.123-126, 2004.

LANEUVILLE, S.I.; PAQUIN, P.; TURGEON, S.L. Formula optimization of a low-fat food system containing whey protein isolate-xanthan gum complexes as fat replacers. **Journal of Food Science**, v.70, n.8, p.S513-S519, 2005.

LANNES, S.C.S. **Estudo das propriedades físico-químicas e de textura de chocolates**. São Paulo, 1997. 175p. Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo.

LANNES, S.C.S.; GIOIELLI, L.A. Misturas entre manteiga de cacau e sucedâneos comerciais: estudo de diagramas de curvas iso-sólidas e de iso-consistência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.15, n.2, p.132-137, 1995.

LANNES, S.C.S.; GIOIELLI, L.A. Uso de gorduras vegetais hidrogenadas na indústria de chocolates. **Revista Óleos e Grãos**, v.8, n.43, p.44-46, 1998.

LANNES, S.C.S. Cupuassu: a new confectionery fat from Amazonia. **Inform**, v.14, n.1, p.40-41, 2003. Disponível em: http://www.aocs.org/InformSearch/search_inform_article.cfm?yr=2003&issue=1&article=cupuassu.pdf. Acesso em: 25 jun. 2011.

LANNES, S.C.S.; MEDEIROS, M.L.; GIOIELLI, L.A. Physical interactions between cupuassu and cocoa fats. **Grasas y Aceites**, n.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, p.115-121, 2004.

LANNES, S.C.S. **Cupuaçu**: uma abordagem para sua utilização como substituto do cacau. São Paulo, 2008. 144p. Tese de Livre Docência – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

LAWRENCE, D.V.; ASHWOOD, D.G. The flavoring of confectionery and bakery products. In: ASHURST, P.R., ed. **Food flavorings**. 3.ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999. p.229-265.

LENNOX, S. Gelatin alternatives in gummi confections. **Manufacturing Confectioner**, v.82, n.5, p.65-72, 2002.

LEWIS, M.J. **Propriedades físicas dos alimentos y de los sistemas de procesado**. Zaragoza: Acribia, 1993.

LIPP, M.; ANKLAM, E. Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate – Part A. Compositional data. **Food Chemistry**, v.62, n.1, p.73-97, 1998.

LIRA, W., SANTOS, F., SANNOMIYA, M., RODRIGUES, C., VILEGAS, W., & VARANDA, E. (2008). Modulatory effect of Byrsonima basiloba extracts on the mutagenicity of certain direct and indirect-acting mutagens in Salmonella typhimurium assays. **Journal of Medicinal Food**, n. 11, p. 111–119.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 352p.

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

LUZ, R.A.S.; BRITO, A.C.F.; MOITA NETO, J.M.; MOITA, G.C.; FALCÃO, H.R.C.; SILVA, M.C.C. Aplicação da goma do chichá quimicamente modificada na retenção de chumbo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 46, 2006, Salvador. **Anais eletrônicos**. SALVADOR: ABQ-BA, 2006. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2006/trabalhos2006/13/77-IC-229-368-13-T1.htm>. Acesso em: 10 dez. 2010.

MANCIN, R.C. Pior sem ela: a lei protege o patrimônio genético. **Galileu**, v.137, p.26-38, 2002.

MARANGONI, A.G.; ACEVEDO, N.; MALEKY, F.; CO, E.; PEYRONEL, F.; MAZZANTI, G.; QUINN, B.; PINK, D. Structure and functionality of edible fats. **Soft Matter**, v.8, p.1275-1300, 2012. [Review].

MARANGONI, A.G.; WESDORP, L.H. Crystallography and polymorphism. In: _____, eds. **Structure and properties of fat crystal networks**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2013a. cap.1, p.1-24.

MARANGONI, A.G.; WESDORP, L.H. Viscoelastic properties of fats. In: _____, eds. **Structure and properties of fat crystal networks**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2013b. cap.5, p.147-158.

MARANGONI, A.G.; WESDORP, L.H. Dynamic rheological studies of fats. In: _____, eds. **Structure and properties of fat crystal networks**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2013c. cap.6, p.159-172.

MARANGONI, A.G.; WESDORP, L.H. Yield stress and elastic modulus of a fat crystal network. In: _____, eds. **Structure and properties of fat crystal networks**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2013d. cap.8, p.233-240.

MARANGONI, A.G.; NARINE, S.S.; ACEVEDO, N.C.; TANG, D. Nanostructure and microstructure of fats. In: MARANGONI, A.G.; WESDORP, L.H., eds. **Structure and properties of fat crystal networks**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. cap.7, p.173-232.

MARANGONI, A.G.; NARINE, S.S. Rheology of fats. In: MARANGONI, A.G.; WESDORP, L.H., eds. **Structure and properties of fat crystal networks**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. cap.4, 125-146.

MAO, C.; CHEN, J. Interchain association of locust bean gum in sucrose solutions: an interpretation based on thixotropic behavior. **Food Hydrocolloids**, v.20, p.730-739, 2006.

MARQUES, M.R.; XAVIER-FILHO, J. Enzymatic and inhibitory activities of cashew tree gum exudate. **Phytochemistry**, v.30, p.1431-1433, 1991.

MARTIN, A.V. Chocolate confectionery. In: MAN, C.M.D.; JONES, A.A., eds. **Shelf life evaluation of foods**. London, New York: Blackie Academic, 1994. p.216-234.

MARTIN, C.A.; CARAPELLI, R.; VISANTAINER, V.J.; MATSUHITA, M.; SOUZA, E.N. Trans fatty acids content of Brazilian biscuits. **Food Chemistry**, v.93, p.445-448, 2005.

MATTES, R.D. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of the American Dietetic Association**, v.98, n.4, p.463-468, 1998.

MCCLEMENTS, D.J. **Food emulsions**: principles, practice and techniques. 2.ed. New York: CRC Press, 1999. 378p.

MCCLEMENTS, D.J. Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.47, p.611-649, 2007.

MCCLEMENTS, D.J. **Understanding and controlling the microstructure of complex foods**. Boca Raton: CRC Press; Cambridge: Woodhead Publishing, 2007. 772p. (Woodhead Publishing in food science, technology and nutrition).

MCGAULEY, S.E.; MARANGONI, A.G. Static crystallization behavior of cocoa butter and its relationship to network microstructure. In: MARANGONI A.G.; NARINE, S.S., eds. **Physical properties of lipids**. New York: Marcel Dekker, 2002. cap.4, p.85-123.

MEDEIROS, M.L.; LANNES, S.C.S.; GIOIELLI, L.A. Gorduras de cacau e de cupuaçu: interações físicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.35, supl.1, p.114, 1999.

MENDONÇA, E. **Estudo do comportamento reológico de iogurtes comerciais**. Florianópolis, 2002. 66p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina.

MENESTRINA, J.M.; IACOMINI, M.; JONES, C.; GORIN, P.A.J. Similarity of monosaccharide, oligosaccharide and polysaccharide structures in gum exudate of *Anacardium occidentale*. **Phytochemistry**, v.47, p.715-721, 1998.

MIQUELIM, J.N. **Avaliação reológica e físico-química de bombons recheados com preparado de morango, laranja e maracujá em base açúcar fondant, gordura hidrogenada e chocolate branco**. São Paulo, 2006. 92p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo.

MIQUELIM, J.N.; ALCÂNTARA, M.R.; LANNES, S.C.S. Stability of fruit bases and chocolate fillings. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.270-276, 2011.

MIQUELIM, J.N.; BEHRENS, J.H.; LANNES, S.C.S. Analysis of Brazilian consumer preference of filled chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p.493-497, 2008.

MIQUELIM, J.N.; LANNES, S.C.S. Egg albumin and guar gum influence on foam thixotropy. **Journal of Texture Studies**, v.40, n.5, p.623–636, 2009.

MIQUELIM, J.N.; LANNES, S.C.S.; MEZZENGA, R. pH Influence on the stability of foams with protein–polysaccharide complexes at their interfaces. **Food Hydrocolloids**, v.24, p.398–405, 2010.

MIRALLES, J.; BASSENE, E.; GAYDOU, E.M. Determination of cyclopropanoid fatty acids in *Sterculia* seed oils from Senegal. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.70, n.2, p.205-206, 1993.

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

- MOHAMMADIFAR, M.A.; MUSAVI, S.M.; KIUMARSI, A.; WILLIAMS, P.A. Solution properties of tragacanthin (water-soluble part of gum tragacanth exudates from *Astragalus gossypinus*). **International Journal of Biological Macromolecules**, v.38, p.31-39, 2006.
- MUJUMDAR, A.; BERIS, A.N.; METZNER, A.B. Transient phenomena in thixotropic systems. **Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics**, v.102, p.157-178, 2002.
- MUNIZAGA-TABILO, G.; BARBOSA-CANOVAS, G.V. Rheology for the food industry. **Journal of Food Engineering**, v.67, p.147-156, 2005.
- NARINE, S.S.; MARANGONI, A.G. Elastic modulus as an indicator of macroscopic hardness of fat crystal networks. **LWT - Food Science and Technology**, v.34, n.1, p.33-40, 2001.
- NAVARRO, R.F. **Fundamentos da reologia de polímeros**. Caxias do Sul: EDUCS, 1997. 256p.
- NEBESNY, E.; ZYZELEWICZ, D.; MOTYL, I.; LI, Z. Properties of sucrose-free chocolates enriched with viable lactic acid bacteria. **European Food Research and Technology**, v.220, p.358-362, 2005.
- NÖBEL, S.; BÖHME, B.; SCHNEIDER, Y.; ROHM, H. Technofunctional barrier layers for preventing fat bloom in triple-shot pralines. **Food Research International**, v.42, p.69-75, 2009.
- O'BRIEN, R.D. **Fats and oils: formulating and processing for applications**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2004. cap.4, p.235-289.
- O'BRIEN, R.D.; **Fats and oils: formulating and processing for applications**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. 574p.
- OLIVEIRA, J.T.A.; VASCONCELOS, I.M.; BEZERRA, L.C.N.M.; SILVEIRA, S.B.; MONTEIRO, A.C.O.; MOREIRA, R.A. Composition and nutritional properties of seeds from *Pachira aquática* Aubl, *Sterculia striata* St. Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. **Food Chemistry**, v.70, n.2, p.185-191, 2000.
- PELAIS, A.C.A.; ROGEZ, H.; PENA, R.S. Estudo da pasteurização da polpa de murici. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p.17-24, 2008.
- PERESSINI, D.; SENSIDONI, A.; POLINI, C.M.; GABRIELE, D.; MIGLIORI, M.; CINDIO, B. Filled snacks production by co-extrusion-cooking. Part 3. A rheological-based method to compare filler processing properties. **Journal of Food Engineering**, v.54, p.227-240, 2002.
- PETRAUSKAITE, V.; DE GREYTW, KELLEN, M.; HUYGHEBAERT, A. Physical and chemical properties of *trans*-free fats produced by chemical interesterification of vegetable oil blends. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.75, n.4, p.489-493, 1998.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. v.5, p.264-269.

POSER, G.L. Polissacarídeos. In: SIMÕES, M.O.S.; SCHENKEL, E.P.; GROSMANN, G., eds. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2000. p.417-432.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R.S.; SILVA, A.P. **Flores e frutos do cerrado**. Brasília: Universidade Brasília; São Paulo: Imprensa Oficial, 2000. 225p.

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

RAO, M.A. **Rheology of fluid and semisolid foods**: principles and applications. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999. 433p. (Chapman & Hall food science book) (Food engineering series).

RAO, M.A. **Rheology of fluid and semisolid foods**: principles and applications. 2.ed. New York: Springer, 2007. 481p. (Food engineering series).

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrado. In: PENNINGTON, R.T.; LEWIS, G.P.; RATTER, J.A., ed. **Neotropical Savannas and seasonally dry forests**: plant diversity, biogeography, and conservation. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, 2006. cap.2, p.31-66. (The Systematics Association special volume series, 69).

REZENDE, C.M.; FRAGA, S.R. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.14, n.3, p.425-428, 2003.

RGNUTRI, Identidade em nutrição. **Laranja**. Disponível em: <http://www.rgnutri.com.br/alimentos/propriedades/laranja.php>. Acesso em: 04 dez. 2012.

RIBEIRO, A.P.B.; MOURA, J.M.L.N.; GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L.A.G. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero trans. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1295-1300, 2007.

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

ROBERTS, G.P.; BARNES, H.A.; CAREW, P. Modelling the flow behavior of very shear-thinning liquids. **Chemical Engineering Science**, v.56, p.5617-5623, 2001.

RODRIGUES, J.N.; TORRES, R.P.; MANCINI, J.; GIOIELLI, L.A. Physical and chemical properties of milk fat and phytosterol esters blends. **Food Research International**, v.40, n.6, p.748-755, 2007.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados**. Lavras: UFLA, 2001. 180p.

ROUSSEAU, D. The microstructure of chocolate. In: MCCLEMENTS, D.J., ed. **Understanding and controlling the microstructure of complex foods**. Boca Raton: Woodhead Publishing, 2007. cap.24, p.649-690. (Woodhead Publishing in food science, technology and nutrition).

ROUSSEAU, D.; SMITH, P. Microstructure of fat bloom development in plain and filled chocolate confections. **Soft Matter**, v.4, p.1706–1712, 2008.

RUSCHEINSKY, N. **Estudo da cristalização e fracionamento térmico a seco da gordura de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schumann)**. Campinas, 2005. 89p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Química - Universidade Estadual de Campinas.

RYDHAG, L.; WILTON, I. The function of phospholipids of soybean lecithin in emulsions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.58, n.8, p.830-837, 1981.

SALAS, A.V. **Elaboração de produtos com características funcionais a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.)**. São Paulo, 2011. 106p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo.

SANTOS, F.J.C. **Análise da reologia e filtração de fluidos de fraturamento hidráulico e sua influência na otimização de projetos**. Rio de Janeiro, 2004. 105p. Dissertação de Mestrado - Centro de Ciência e Tecnologia - Universidade Estadual do Norte Fluminense.

SANTOS, O.V.; CORRÊA, N.C.F.; SOARES, F.A.S.M.; GIOIELLI, L.A.; COSTA, C.E.F.; LANNES, S.C.S. Chemical evaluation and thermal behavior of Brazil nut oil obtained by different extraction processes. **Food Research International**, v.47, n.2, p.253-258, 2012.

SATO, K. Crystallization behaviour of fats and lipids: a review. **Chemical Engineering Science**, v.56, n.7, p.2255-2265, 2001.

SCHRAMM, G. **Reologia e reometria: fundamentos teóricos e práticos**. 2.ed. São Paulo: Artliber, 2006. 232p.

SCHENK, H.; PESCHAR, R. Understanding the structure of chocolate. **Radiation Physics and Chemistry**, v.71, n.3/4, p.829-835, 2004.

SERVAIS, C.; RANC, H.; ROBERTS, I.D. Determination of chocolate viscosity. **Journal of Texture Studies**, v.34, p.467–497, 2004.

SHARMA, S.K.; MULVANEY, S.J.; RIZVI, S.S.H. **Food processing engineering: theory and laboratory experiments**. New York, Chichester: Wiley-Interscience, 2000. 348p.

SILVA, D.B.; SILVA, J.A.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa, 2001. 179p.

SILVA, D.A.; BRITO, A.C.F.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A.; PAULA, H.C.B. Effect of mono and divalent salts on gelation of native, Na and deacetylated *Sterculia striata* and *Sterculia urens* polysaccharide gels. **Carbohydrate Polymers**, v.54, n.2, p.229-236, 2003.

SILVA, R.C.; ESCOBEDO, J.P.; GIOIELLI, L.A. Comportamento de cristalização de lipídios estruturados por interesterificação química de banha e óleo de soja. **Química Nova**, v.31, n.2, p.330-335, 2008.

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

SILVA, J.C.; PLIVELIC, T.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.

SMITH, P.R.; DAHLMAN, A. The use of atomic force microscopy to measure the formation and development of chocolate bloom in pralines. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.82, n.3, p.165-168, 2005.

SOUSA, C.L.; LOURENÇO, L.F.H.; FRANCÊS, J.M.O.; SOARES, Y.P.P.; ARAÚJO, E.A.F.; PENA, R.S. Microbiological and physical-chemical evaluation and manufacturing conditions of chocolate candies filled with fruits. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 305-310, abr./jun. 2010.

SOUZA, M.G.; VIEIRA, E.C.; OLIVEIRA, P.V. Determinação de As, Cd e Pb em amêndoas e mesocarpo de babaçu, sapucaia, xixá e castanha-do-pará por espectrometria de absorção atômica. **Química Nova**, v.32, n.6, p.1442-1446, 2009.

SOKMEN, A.; GUNES, G. Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate. **LWT - Food Science and Technology**, v.39, p.1053–1058, 2006.

SOLER, M.P.; QUEIROZ, M.B.; VEIGA, P.G. Desenvolvimento de recheio para bombons utilizando frutas tropicais: manga. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.120-126, 1996.

STEFFE, J.F. **Rheological methods in food process engineering**. 2.ed. East Lansing: Freeman Press, 1996. 428p.

STEPHEN, A.M. Other plant polysaccharides. In: ASPINALL, G.O., ed. **The polysaccharides**. New York: Academic Press, 1983. v.2, p.97-180. (Molecular Biology).

SU, F.; LANNES, S.C.S. Rheological evaluation of the structure of ice cream mixes varying fat base. **Applied Rheology**, v.22, n.6, p.310-316, 2012.

SUBRAMANIAM, P.J.; GROVES, K. **A study of anti-bloom fats for delaying migration-induced bloom, research**: report 830. Surrey: Leatherhead Food International, 2003.

SWERN, D.; FORMO, M.V.; BAILEY, A.E., eds. **Bailey's industrial oil and fat products**. 4.ed. New York: Wiley, 1979. 839p.

TADROS, T.F. **Rheology of dispersions**: principles and applications. Weinheim: Wiley-VCH, 2010. 199p. (Science, Technology & Business).

TALBOT, G. Chocolate temper. In: BECKETT, S.T., ed. **Industrial chocolate manufacture and use**. 3.ed. Glasgow: Blackwell Science, 1999. p.218–230.

TALBOT, G. Fats for confectionery coatings and fillings. In: TALBOT, G., ed. **Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products**. Boca Raton: CRC Press; Oxford: Woodhead, 2009. cap.4, p.53-79. (Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition).

THERMO ELECTRON CORPORATION. HAAKE MARS – Modular Advanced System. Disponível em: <http://www.thermoscientific.com/ecom/servlet/products/catalog?categoryId=80471&storeId=111522006>. Acesso em: 10 dez. 2012.

TIMMS, R.E. Crystallisation of fats. In: HAMILTON, R.J., ed. **Developments in oils and fats**. London, New Yourk: Chapman & Hall, 1995. cap.8, p.204-223.

TIMMS, R.E. Oil and fat interaction – theory, problems and solutions. **Manufacturing Confectioner**, v.82, n.6, p.50-64, 2002.

TIMMS, R.E. Applications: fillings. In: _____. Confectionery fats handbook: properties, production and application. Bridgwater: Oily, 2003. cap.8, (Oily Press Lipid Library Series, n.14).

TISCHER, C.A.; GORIN, P.A.J.; IACOMINI, M. The free reducing oligosaccharides of gum arabic: aids for structural assignments in the polysaccharide. **Carbohydrate Polymers**, v.47, n.2, p.151-158, 2002.

TONELI, J.T.C.L.; MURR, F.E.X.; PARK, K.J. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.2, esp., p.181-204. 2005.

TORRES, L.C.; JANHOJ, T.; MIKKELSEN, B.O.; IPSEN, R. Effect of microparticulated whey protein with varying content of denatured protein on the rheological and sensory characteristics of low fat yogurt. **International Dairy Journal**, v.21, n.9, p.645-655, 2011. [IDF Symposium on Science and Technology of Fermented Milk; IDF Symposium on Microstructure of Dairy Products].

TUBEROSO, C.I.G.; KOWALCZYK, A.; SARRITZU, E.; CABRAS, P. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. Italy. **Food Chemistry**, v.103, p.1494-1501, 2006.

UNITED KINGDOM. Statutory Instruments. **Food, England 2003, n.1659**: Cocoa and chocolate products (England) regulations. London: Food Standard Agency, 2003. Disponível em: http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2003/1659/pdfs/ukxi_20031659_en.pdf. Acesso em: 10 jul. 2012.

VASCONCELOS, M.N.Z.; SILVA, M.L.; MAIA, J.G.S.; GOTTLIEB, O.R. Estudos químicos das sementes do cupuacu. **Acta Amazonica**, v.5, n.3, p.293-295, 1975.

RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.C.P. **A citricultura brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. 2v.

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

WARD, F.M. Hydrocolloid systems as fat mimetics in bakery products: icings, glazes and fillings. **Cereal Foods World**, v.42, n.5, p.386-390, 1997.

WEI, Y.P.; WANG, C.S.; WU, J.S.B. Flow properties of fruit fillings. **Food Research International**, v.34, p.377-381, 2001.

WEIPING, W. Tragacanth and karaya. In: PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P.A., eds. **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press; Cambridge: Woodhead, 2000. p.155–168. (Science, Technology & Business, 34).

WENDEL, A. Lecithin in chocolate: the historical start. **Inform**, v.12, n.8, p.821-823, 2001.

WHISTLER, R.L. Factors influencing gum costs and applications. In: WHISTLER, R.L.; BeMILLER, J.N., eds. **Industrial gums: polysaccharides and their derivatives**. 2.ed. New York: Academic Press, 1973. p.5-18.

WHITEFIELD, R. **Making chocolates in the factory**. Loughton: Kennedy's Publications, 2005. 154p.

WHITEHURST, R.J., ed. **Emulsifiers in food technology**. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 247p. (Science, Technology & Business).

YOUNG, N.W.G.; KAPPEL, G.; BLADT, T.A. polyuronan blend giving novel synergistic effects and bake-satble functionally to high soluble solids fruit fillings. **Food Hydrocolloids**. v.17, p.407-418, 2003.

YUSOFF, M.M.; TAN, C.P.; MAN, Y.B.C.; MISKANDAR, M.S.; KANAGARATNAM, S.; NEHDI, I.A. Development of a coconut- and palm - based fat blend for a cookie filler. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.90, n.1, p.91-101, 2013.

ANEXO A – Ficha técnica: BUNGE 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

DESCRIÇÃO
 Gordura vegetal com incorporação de nitrogênio.

INGREDIENTES
 Óleos vegetais hidrogenados e antioxidantes: BHT e ácido cítrico. **NÃO CONTEM GLUTEN.**

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 da produção de sorvetes.

ESPECIFICAÇÕES

Índice de Acidez (mg KOH/g)	máx. 0,20
Índice de Peróxido (mg/kg)	máx. 1,0
Cor - Vermelho (Lovibond, 5 1/4")	máx. 2,0
Ponto de Congelamento Mettler (°C)	34 – 37
SFC (%)	60 – 67
	30,3 °C
	37,8 °C
Sabor / Odor (escala 1 - 10)	mín. 8 - Suave
Aspecto a 45°C (escala 1 - 5)	mín. 5 - Sem impurezas

MLG/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 requeridas. 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.

CÓDIGO
B 17.12 d - 1 (98) / 29

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 10g (1 colher de sopa)		100g	
Quantidade por porção	%VD*		
Valor energético	500kcal = 2100kJ	5%	500kcal = 2100kJ
Gorduras Totais	10 g	18%	100 g
Gorduras saturadas	2,2 g	10%	22 g
Gorduras Trans	4,0 g	**	40 g
Colésterol	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.

** NVD não estabelecidos.

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

EMBALAGEM/ CÓDIGO DE FATURAMENTO
 Caixa de papelão, com saco de polietileno interno, contendo 24 kg. 11.318-2

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

TRANSPORTE
 Caminhão refrigerado.

ANEXO B - Ficha técnica: BUNGE 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 26

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, rechãos, 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 1/4")	máx. 3,5
Ponto de Gotejamento Mettler (°C)	40 - 44
SFC (%)	10,0 °C 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	**
Coolesterol	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 e a necessidade energética.

** RVD não estabelecidos.

VALIDADE

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

Caixa - 180 dias

EMBALAGEM CÓDIGO DE FATURAMENTO

Granal
 Caixa de papéis, com saco de polietileno interno, contendo 24 kg

CONSERVAÇÃO E ESTOCAGEM

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

Caixa: Local fresco e seco, evitando exposição ao sol e umidade máxima de 6 caixas.

TRANSPORTE

Granal: Caminhão com tanque de aço inox, isolado térmico, para transporte produto pode atingir temperatura entre 50 e 60°C.

Caixa: Caminhão refrigerado.

MAS/adb-0305/0211

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

As informações contidas neste documento seguem as práticas estabelecidas pelo nosso Sistema de Qualidade.

ANEXO C – Certificado de Qualidade: BUNGE PROMULT 44 LT

CERTIFICADO DE QUALIDADE

BUNGE ALIMENTOS S.A. - AV: ALEXANDRE MACKENZIE, 70-166, JAGUARE - SAO PAULO/SP - Brasil - CEP: 53229-00
www.bungealimentos.com.br - SABE: 0800 702 7105 - Fone SAC:

PRODUTO
PROMULT 44 LT (BUNGE PRO LT 450)

Nr. Certificado..: 15768/02

DADOS DO PRODUTO

Data de emissão do Certificado	04/06/2010
Código da Ficha Técnica	B28.7d-1/11
Data de Validade	30/11/2010
Número do lote	133757
Data de Fabricação	03/06/2010

ESPECIFICAÇÕES

ITEM ANALÍTICO	ESPECIFICADO	RESULTADO
Aspecto (escala 1 - 5)	Mín.: 5 Máx.: 5	5
Cor - Vermelho	Máx.: 3,5	3,0
Gorduras Saturadas (%)	Máx.: 46	46
Gorduras Trans (%)	Máx.: 4	2
Ponto de Gotejamento Mettler	Mín.: 40 Máx.: 44	43
SFC % 10,0 (°C)	Mín.: 35 Máx.: 41	39
SFC % 33,3 (°C)	Mín.: 6 Máx.: 10	10
SFC % 37,8 (°C)	Mín.: 3 Máx.: 7	6
SFC % 45,0 (°C)	Máx.: 1	0
Sabor / Odor (escala 1 - 10)	Mín.: 8	8
Índice de Acidez (mg KOH/g)	Máx.: 0,20	0,08
Índice de Peróxido (mcq/kg)	Máx.: 1,0	0,0

VALORES TÍPICOS

ITEM ANALÍTICO	ESPECIFICADO	RESULTADO*
SFC % 21,1 (°C)	Mín.: 17 Máx.: 22	22
SFC % 26,7 (°C)	Mín.: 11 Máx.: 15	15
*BHT (mg/kg)	Máx. 100 mg/kg	Máx. 100 mg/kg
Arsênio (mg/kg)	<0,1 mg/kg	<0,1 mg/kg
Chumbo (mg/kg)	<0,1 mg/kg	<0,1 mg/kg
Cobre (mg/kg)	<0,1 mg/kg	<0,1 mg/kg
Coliformes a 45°C (UFC/g)	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Estafilo coagulase posi(UFC/g)	<10 UFC/g	<10 UFC/g
Ferro %	<0,5 mg/kg	<0,5 mg/kg
Macroscopia	Ausente - Conforme Anvisa RDC n.175 de 08/07/03	Ausente - Conforme Anvisa RDC n.175 de 08/07/03
Microscopia	Ausente - Conforme Anvisa RDC n.175 de 08/07/03	Ausente - Conforme Anvisa RDC n.175 de 08/07/03
Níquel (mg/kg)	<0,5 mg/kg	<0,5 mg/kg

* Monitoramento realizado periodicamente

GARANTIA DA QUALIDADE

Observação:	ASSINATURA ELETRÔNICA
	CARMEN ISABEL O PASCAL
	CRQ: 01301897 Coordenador de Garantia de Qualidade

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 Alimentos S.A. reserva-se ao direito de modificar as especificações do produto.