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

Elaboração de produtos com características funcionais a base de quinoa
(*Chenopodium quinoa* Willd.)

ADELAIDA GIOVANNA VIZA SALAS

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. SUZANA CAETANO DA SILVA LANNES

São Paulo
2011

Adelaida Giovanna Viza Salas

**Elaboração de produtos com características funcionais a base de quinoa
(*Chenopodium quinoa* Willd.)**

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do grau Mestre

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

1º examinador

2º examinador

São Paulo, _____ de 2011.

Cuando crezcas, descubrirás que ya defendiste mentiras, te engañaste a ti mismo o sufriste por tonterías.

Si eres un buen guerrero, no te culparás por ello, pero tampoco dejarás que tus errores se repitan.

Pablo Neruda

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos e amados pais, Héctor e Juana pelo amor e por tudo o que fizeram para que eu completasse mais essa etapa na minha vida.

A minha querida tia Victoria (in memoriam), pelo amor e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me iluminado durante toda essa caminhada, dando-me força para enfrentar às dificuldades, humildade para reconhecer e corrigir os erros e sabedoria para agradecer e obter às conquistas.

A minha Orientadora, Prof^a. Dr^a. Suzana Caetano da Silva Lannes, pela competência, dedicação, paciência e amizade.

À USP – FCF, principalmente ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica - Área Tecnologia de Alimentos, por ter possibilitado a realização desta tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos para a realização deste curso.

À DANISCO, BUNGE, Gelita, M.Cassab e Corn Products pela doação das matérias primas.

À família Portocarrero Prado (Polly, José, Paúl, Harnold, Jimmy, Herbert, Diego, Marita, Gloria, Charo) pelo apoio e amor incondicional.

Aos meus tios César e Dora pelo bom recebimento, carinho e apoio durante minha estadia na Argentina.

A toda minha família e em especial as minhas primas (os) pela força e palavras de aliento (Olga, Mary, Nora, Yeny, Luzmila, Alfredo, Simón); meus sobrinhos (as) (Saúl, Pamela, Paola, Fanny, Edwin, Cielo, Mauricio) que me fazem lembrar que existe alegria em cada um de seus sorrisos e seus cálidos abraços.

Às minhas amigas (os) deste caminho longo Delia, Roxana, Claudia, Vanessa, Viviana, Johana, Gerby, Zoraida, Miriam, Raúl, Henry, Mário (amigas e amigos que apareceram nesta etapa da minha vida); Gianella, Verónica, Maryvel, Edyth, Maritza, Milton, Alcides, Teddi, Lenin.

Às minhas amigas (os) e colegas do laboratório e Departamento: Alline, Beatriz, Danielle, Fernando, Magnolia, Orquídea, Estela, Vanessa, Roberta Polak, Fabiana, Ana Lu, Ana Carolina e Ana Paula.

A minha querida amiga Ivani pela amizade, alegria, companhia e torcida.

Aos Funcionários, Alexandre, Nilton, Fátima, Juarez, Elsa e Miriam pela atenção e auxílio.

A todos aqueles que indireta o diretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!

RESUMO

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

A tendência a uma alimentação saudável vem fazendo surgir oportunidades no desenvolvimento de alimentos, criando diversos produtos que ofereçam benefícios fisiológicos e nutricionais aos consumidores. Esses produtos têm por finalidade atender consumidores que procuram alimentos para dietas especiais e/ou com características funcionais. Seguindo a isso, neste trabalho, foram formulados produtos com características funcionais, agregando valor nutricional, utilizando-se como um dos ingredientes principais a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), que possui alto conteúdo de nutrientes e isenção de glúten. Foram desenvolvidas seis formulações de preparados para recheios, contendo quinoa, suco de laranja, colágeno hidrolisado e ácido cítrico, combinados com os seguintes ingredientes nas respectivas formulações: 1A (goma xantana + sacarose), 1B (goma xantana + xarope de alta frutose + açúcar invertido), 1C (goma xantana + sucralose); 2A (*N*-succinil-quitosana+ sacarose), 2B (*N*-succinil-quitosana + xarope de alta frutose+ açúcar invertido), 2C (*N*-succinil-quitosana + sucralose); e cinco formulações de bolos, sendo uma formulação padrão (farinha de trigo, açúcar, chocolate em pó, gema e clara desidratadas, gordura, fermento químico, café solúvel, emulsificante) e quatro formulações com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: A (farinha de quinoa, farinha de arroz), B (Farinha de quinoa), C (Farinha de arroz), D (Farinha de quinoa, Polidextrose - *Litesse*). Ainda, na formulação D substituiu-se a sacarose por Lactitol e sucralose. Procedeu-se a escolha do tipo de gordura a ser utilizada nas formulações (testou-se três tipos de margarinas e dois de gorduras para uso em panificação), sendo escolhida a gordura vegetal *low trans* por apresentar um produto com as melhores características físicas testadas (textura, volume e cor). Avaliaram-se as características físico-químicas e físicas das formulações dos preparados e dos bolos. A substituição de goma xantana por *N*-succinil-quitosana nos preparados não apresentou grande diferença nas determinações químicas efetuadas, contudo apresentou diferenças estruturais, sendo que os sistemas formulados com quitosana mostraram melhor recuperação de estrutura na análise de tixotropia; duas formulações foram classificadas como *diet/light*. Nos bolos, as formulações com farinha de quinoa mostraram maior conteúdo protéico; a formulação com farinha de arroz apresentou menor valor lipídico e as formulações com quinoa com e sem sacarose maior valor protéico, sendo estas as mais indicadas para indivíduos celíacos e diabéticos, respectivamente. Poucas variações foram encontradas nos resultados da análise de cor da crosta e miolo, volume específico e textura nas diferentes formulações e em relação à formulação padrão.

Palavras-chave: Isenção de glúten, panificação, confeitos, óleos e gorduras.

ABSTRACT

SALAS, V. A. G. **Development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) based products with functional characteristic.** 2011. 106 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

The trend towards healthy food is giving rise to opportunities in the development of food, creating several products that offer nutritional and physiological benefits to consumers. These products are designed to address consumers looking for foods for special diets and/or with functional characteristics. Following this, in this work were formulated products with functional characteristics, adding nutritional value, using as one of the main ingredients, the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), which possesses a high content of nutrients and its free of gluten. Six fillings formulations were developed containing quinoa, orange juice, hydrolyzed collagen and citric acid, combined with the following ingredients in their formulations: 1A (sucrose + xanthan gum), 1B (xanthan gum + high fructose syrup + inverted sugar), 1C (xanthan gum + sucralose), 2A (N-succinyl-chitosan + sucrose), 2B (N-succinyl-chitosan + high fructose syrup + inverted sugar), 2C (N-succinyl-chitosan + sucralose), and five formulations of cakes, with one being a standard formulation (flour, sugar, cocoa powder, dried yolk and white, fat, baking powder, instant coffee, emulsifier) and four formulations with a flour substitute by the following ingredients: A (quinoa flour, rice flour), B (quinoa flour), C (rice flour), D (quinoa flour, polydextrose - *Litesse*). Even more, the formulation D sucrose was substituted by Lactitol and sucralose. Proceeded to choose the type of fat to be used in formulations (three types of margarine and two of fat were tested for use in baking), with the low *trans* vegetable fat being chosen for presenting a product with the best physical characteristics tested (texture, volume and color). The physicochemical and physical properties of the cakes and fillings were evaluated. As a result it was obtained from the quinoa prepared with orange juice, an increased amount of protein that the conventional jams and fillings, the substitution of xanthan gum by N-succinyl-chitosan did not show much difference in the chemical determinations made, but it showed structural differences, were systems that were formulated with chitosan showed better recovery of structure in the thixotropy analysis; two formulations were classified as diet/light. In cakes, formulations with quinoa flour showed a higher protein content; the formulation with rice flour showed the lowest lipid; the quinoa (with and without sucrose) formulations are more suitable for celiac and diabetics, respectively. Few differences were found in the analysis of color from the crust and crumb, specific volume and texture between the different formulations and when compared to the standard formulation.

Keywords: gluten-free, bakery, confectionary, fats and oils.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Parede do intestino delgado normal em comparação com a parede com as vilosidades atrofiadas de uma pessoa com Doença Celíaca.....	18
Figura 2	- Produtos que os celíacos gostariam de encontrar disponíveis no mercado.....	19
Figura 3	- Estrutura da massa do bolo formado por uma mistura complexa de numerosas bolhas de ar e partículas de gordura dispersas.....	22
Figura 4	- Planta da quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	23
Figura 5	- Características da massa com glúten.....	27
Figura 6	- Cacau e produtos.....	29
Figura 7	- Estrutura química da <i>N</i> -succinil-quitosana.....	34
Figura 8	- Análise do Perfil de Textura (TPA) com interpretação dos parâmetros - Firmeza: F1; Coesividade: A2/A1; Gomosidade: F1x(A2/A1); Elasticidade: L2/L1; Adesividade: A3; Mastigabilidade: Gomosidade * L2/L1; Resiliência: A5/A4.....	40
Figura 9	- Curva de fluido com comportamento tixotrópico.....	41
Figura 10	- Testes reológicos.....	41
Figura 11	- Fluxograma do preparo da elaboração dos preparados para recheios.....	45
Figura 12	- Fluxograma de elaboração dos bolos.....	47
Figura 13	- Espectrofotômetro HunterLab, modelo UltraScanTMXE (HUNTER-LAB).....	51
Figura 14	- Reômetro <i>MARS</i> Haake.....	52
Figura 15	- Texturômetro (TA-XT2 <i>Texture Analyser</i> - <i>Stable Micro Systems</i> , Inglaterra).....	53
Figura 16	- Etapas de avaliação das amostras com ensaios de tixotropia com tensão controlada em teste oscilatório, teste rotacional com taxa de deformação controlada e tensão controlada em teste oscilatório.....	60
Figura 17	- Bolo formulado com as variações do tipo de gordura e margarinas.....	65
Figura 18	- Fatias dos bolos formulados com as variações do tipo de gordura e margarinas.....	65

Figura 19 -	Localização no plano de coordenadas cromáticas a^* b^* do miolo do bolo elaborado com as variações de gordura: PROPAN 44, PROPAN 00 <i>Low Trans</i> ; Margarina: Pró Bisc 80, Pró Bisc 80 <i>Low Trans</i> , Pró Bisc 80 <i>Low Trans Sat</i>	67
Figura 20 -	Comparação dos valores de firmeza dos bolos com as diferentes variações de gorduras e margarinas.....	68
Figura 21 -	Comparação dos valores de elasticidade nos bolos com as diferentes variações de gorduras e margarinas.....	70
Figura 22 -	Comparação dos valores de coesividade no bolo com as diferentes variações de gorduras e margarinas.....	71
Figura 23 -	Comparação dos valores de mastigabilidade no bolo com as diferentes variações de gorduras e margarinas.....	72
Figura 24 -	Comparação dos valores de resiliência no bolo com as diferentes variações de gorduras e margarinas.....	73
Figura 25 -	Comparação dos valores do parâmetro firmeza das diferentes formulações de bolos.....	85
Figura 26 -	Comparação dos valores do parâmetro elasticidade das diferentes formulações dos bolos.....	87
Figura 27 -	Comparação dos valores do parâmetro coesividade das diferentes formulações dos bolos.....	88
Figura 28 -	Comparação dos valores do parâmetro mastigabilidade das diferentes formulações dos bolos.....	89
Figura 29 -	Comparação dos valores do parâmetro resiliência das diferentes formulações dos bolos.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Formulações dos preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.....	44
Tabela 2 -	Formulações dos bolos	46
Tabela 3 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão da composição centesimal e do valor calórico total dos preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.....	56
Tabela 4 -	Informação da Composição para uso em Rotulagem Nutricional das formulações de preparados para recheios com goma xantana.....	58
Tabela 5 -	Informação de Composição para uso em Rotulagem Nutricional das formulações de preparados para recheios com <i>N</i> -succinil quitosana hidrogel.....	58
Tabela 6 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão das análises de sólidos solúveis totais e de pH dos preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.....	59
Tabela 7 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão da análise do volume específico dos bolos da formulação B produzidos com as variações de gorduras e margarinas.....	63
Tabela 8 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão dos parâmetros da análise de cor dos miolos dos bolos da formulação B produzidos com as variações de gorduras e margarinas.....	66
Tabela 9 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão da composição centesimal e valor calórico total dos bolos formulados.....	77
Tabela 10 -	Informação de composição para uso em Rotulagem Nutricional dos bolos formulados.....	79
Tabela 11 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão de Atividade de Água das diferentes formulações dos bolos.....	80
Tabela 12 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão da análise do volume das formulações do bolo.....	81
Tabela 13 -	Media dos valores $\pm$ desvio padrão da luminosidade L^* , e coordenadas cromáticas a^* , b^* da crosta e do miolo dos bolos.....	82
Tabela 14 -	Cálculo do custo para cada bolo formulado de 300 g.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Composição média de macro e micronutrientes em 100 g do grão de quinoa em comparação a outros cereais.	24
Quadro 2 -	Composição media de aminoácidos em 100 g do grão de quinoa em comparação com o trigo e leite	25
Quadro 3 -	Composição da concentração de vitaminas (mg/100 g- base seca) em comparação com arroz, cevada e trigo.	26

LISTA DE SIMBOLOS

p	Nível descritivo correspondente ao erro
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
a^*	Coordenada cromática a
b^*	Coordenada cromática b
L^*	Luminosidade
η	Viscosidade em regime permanente de cisalhamento
t	Tempo
T	Temperatura
Pa	Pascal
US\$	Moeda norte-americana Dólar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Alimentos com características funcionais.....	16
1.2. Produtos para fins especiais.....	17
<i>Doença Celíaca.....</i>	<i>18</i>
<i>Diabetes.....</i>	<i>20</i>
1.3. Desenvolvimento de Formulações.....	20
1.4. Recheios para produtos de confeitaria e panificados.....	21
1.5. Produtos panificados - bolos.....	21
1.6. Ingredientes.....	22
<i>Quinoa.....</i>	<i>22</i>
<i>Farinha de trigo.....</i>	<i>27</i>
<i>Farinha de arroz.....</i>	<i>28</i>
<i>Cacau.....</i>	<i>28</i>
<i>Substitutos de Sacarose.....</i>	<i>29</i>
❖ <i>Sucralose.....</i>	<i>30</i>
❖ <i>Açúcar invertido.....</i>	<i>30</i>
❖ <i>Xarope de alta frutose.....</i>	<i>31</i>
❖ <i>Lactitol.....</i>	<i>32</i>
❖ <i>Polidextrose - Litesse®.....</i>	<i>32</i>
<i>Hidrocolóides.....</i>	<i>33</i>
❖ <i>Goma Xantana.....</i>	<i>33</i>
❖ <i>Quitosana.....</i>	<i>33</i>
❖ <i>Colágeno Hidrolisado.....</i>	<i>34</i>
<i>Gorduras.....</i>	<i>36</i>
<i>Margarina.....</i>	<i>38</i>
<i>Emulsificantes.....</i>	<i>38</i>
1.7. <i>Propriedades físicas.....</i>	<i>39</i>
<i>Textura.....</i>	<i>39</i>
<i>Reologia.....</i>	<i>40</i>
2. OBJETIVOS.....	42
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
MATERIAIS.....	42
<i>Preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.....</i>	<i>42</i>
<i>Bolos.....</i>	<i>42</i>
MÉTODOS.....	43
<i>Parte Experimental.....</i>	<i>43</i>
❖ <i>Desenvolvimento das Formulações dos Preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.....</i>	<i>43</i>
❖ <i>Desenvolvimento das Formulações dos Bolos.....</i>	<i>46</i>
<i>Determinações físico-químicas.....</i>	<i>47</i>

❖ <i>Preparados e Bolos</i>	47
<i>Umidade</i>	47
<i>Proteína</i>	48
<i>Lipídeos</i>	48
<i>Cinzas</i>	49
<i>Carboidratos Totais</i>	49
<i>Valor Calórico Total</i>	49
❖ <i>Preparados para recheios</i>	50
<i>pH</i>	50
<i>Sólidos Solúveis Totais</i>	50
❖ <i>Bolos</i>	50
<i>Atividade de água</i>	50
<i>Cor</i>	50
<i>Determinações Físicas</i>	51
❖ <i>Preparados</i>	51
<i>Reologia</i>	51
❖ <i>Bolos</i>	52
<i>Volume</i>	52
<i>Textura</i>	53
4. ESTATÍSTICA	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1. Preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação	54
Teores de umidade, proteína, lipídeos, cinzas, carboidratos, Valor Calórico Total	55
Sólidos Solúveis Totais e pH.....	59
Reologia Oscilatória e Rotacional.....	60
5.2. Bolos	62
5.2.1. Formulação com variação no tipo de gordura	62
<i>Volume Específico</i>	63
<i>Cor</i>	65
<i>Textura</i>	67
❖ <i>Firmeza</i>	68
❖ <i>Elasticidade</i>	69
❖ <i>Coesividade</i>	70
❖ <i>Mastigabilidade</i>	71
❖ <i>Resiliência</i>	72
5.2.2. Formulações A, B, C, D e P	74
Avaliação físico-química.....	76
Atividade de Água.....	79
Volume específico.....	80
Cor da Crosta e Miolo.....	82

Textura.....	84
❖ Firmeza.....	85
❖ Elasticidade.....	86
❖ Coesividade.....	88
❖ Mastigabilidade.....	89
❖ Resiliência.....	90
Cálculo do custo.....	91
6. CONCLUSÕES.....	92
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

1. INTRODUÇÃO

Os hábitos de alimentação e vida da população dos diversos segmentos da sociedade levam à busca de alimentos mais saudáveis promotores de saúde e conseqüentemente de qualidade de vida.

O desenvolvimento e emprego de alimentos que possam atender a esses preceitos dependem do valor nutricional, funcional e das mudanças que ocorrem durante as diferentes etapas desde sua produção até o consumo.

Neste trabalho procedeu-se a formulações alimentícias objetivando-se agregar valor nutricional a produtos que são consumidos comumente pela população. Bases ou preparados para recheios foram elaborados, bem como bolos de chocolate.

Denominou-se preparado para recheio o produto elaborado com a finalidade de ser usado diretamente como recheio não forneável em produtos panificados, ou em produtos da indústria de confeitos como chocolates e bombons; também tais preparados podem se juntar a ingredientes como gorduras, *fondants*, chocolates, obtendo-se novas formulações de recheios com características desejáveis para as diversas aplicações. Utilizou-se o grão de quinoa com suco de laranja como base dessas formulações.

Para os bolos, iniciou-se com a escolha do melhor tipo de gordura disponível no mercado de produtos industriais para uso em massas de bolos. Feita a escolha procedeu-se a uma formulação padrão e quatro variações com a finalidade da retirada total de glúten e de sacarose. Utilizou-se para isso farinha de quinoa e farinha de arroz em substituição à farinha de trigo, e substitutos da sacarose como sucralose e *litesse*.

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), um grão dos Andes de América do Sul, apresenta entre suas características alto teor de proteína, carboidrato de baixo índice glicêmico, isenta de glúten, vitaminas e ácidos graxos essenciais; recentemente introduzida no mercado brasileiro.

No Brasil, as pesquisas com quinoa começaram na década de 1980 pela Embrapa, procurando adaptá-la ao solo de cerrado brasileiro. A comparação entre a quinoa andina com a produzida no Brasil resulta em: perfil de proteínas de 90% em ambas, fibras entre 13% contra 8,5% a quinoa brasileira contém maior quantidade de fibras, os resultados indicaram grandes semelhanças genéticas com a original.

1.1. Alimentos com características funcionais

O interesse dos consumidores pela relação dieta-saúde (ARAYA; LUTZ, 2003; MARKOSYAN; MCCLUSKEY; WAHL, 2009) fez surgir consideráveis oportunidades para a indústria alimentícia, criando diversos produtos, sejam elaborados ou semi-prontos, que ofereçam benefícios fisiológicos e nutricionais sobre a saúde dos consumidores e sem efeitos negativos (PALANCA et al., 2006; BATTOCHIO, 2007).

Entre as tendências apresentam-se a redução do teor calórico, o desenvolvimento de produtos com menor conteúdo em gorduras, produtos com baixo índice glicêmico, com ingredientes funcionais, entre outros (GARCIA-CASAL, 2007), que exerçam efeitos benéficos para a saúde se consumidos de forma regular (LUTZ et al., 2008).

A definição de alimentos funcionais é uma questão controversa, especialmente para as agências reguladoras (McCRORIE; BONE, 2008).

As alegações aprovadas relacionam a propriedade funcional e/ou de saúde de um nutriente ou não nutriente do alimento, conforme a Resolução nº 18/1999. No entanto, a comprovação da eficácia da alegação deve ser realizada caso a caso, considerando a formulação e as características do alimento. O produto que estiver registrado na categoria de alimentos com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde deve apresentá-las conforme lista aprovada. Portanto, a frase referente à alegação aprovada deve ser apresentada por completo em um mesmo local e com mesmo destaque (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1999).

1.2. Produtos para fins especiais

Uma forma de segmentar o mercado de alimentos funcionais é pelo benefício à saúde. No entanto, a procura de benefícios particulares cresce com as tendências de determinada doença (PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2009).

Alimentos especialmente formulados ou processados são aqueles nos quais se introduzem modificações no conteúdo de nutrientes, adequados às utilizações em dietas, diferenciadas e/ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas (ANVISA, 1998a).

Doença Celíaca

A Doença Celíaca é uma enteropatia auto-imune complexa causada por uma intolerância permanente ao glúten em indivíduos geneticamente predispostos (NIEWINSKI, 2008). Pessoas com esta doença têm sensibilidade a certas seqüências de aminoácidos (prolaminas) encontradas na fração do trigo (gliadina), centeio (secalina) e da cevada (hordeína) (THOMPSON, 2003). Esta patologia digestiva causada pelo efeito tóxico do glúten, proteína de alguns cereais, danifica as vilosidades do intestino interferindo na absorção dos nutrientes dos alimentos (FOWELL et al., 2006).

Quando se consomem essas proteínas ocorrem alterações na mucosa do intestino delgado levando à má absorção de nutrientes. Estes tipos de alterações ocorridas na mucosa entérica de uma pessoa com Doença Celíaca apresentam-se na Figura 1 (THOMPSON, 2003).

Figura 1 - Parede do intestino delgado normal em comparação com a parede com as vilosidades atrofiadas de uma pessoa com Doença Celíaca.

O único tratamento comprovado para a Doença Celíaca é a exclusão estrita do glúten na dieta ao longo da vida. Todos os alimentos e medicamentos que contenham glúten, centeio, cevada e derivados devem ser eliminados sendo que, mesmo em pequenas quantidades, podem ser prejudiciais (NIEWINSKI, 2008). Produtos sem glúten são muitas vezes pobres em vitamina B, vitamina D, cálcio, ferro, zinco, magnésio e fibra.

A Norma CODEX STAN 118-1979 indica que alimentos para regimes especiais, destinados para pessoas intolerantes ao glúten, são alimentos dietéticos que estão constituídos ou são elaborados unicamente com um ou mais ingredientes que não contem trigo (todas as espécies do *Triticum*, como o trigo duro, espelta e kamut), centeio, cevada, aveia ou suas variedades híbridas, e cujo conteúdo de glúten não exceda os 20 mg/kg do total determinado nos alimentos tal como são vendidos ou distribuídos ao consumidor (CODEX ALIMENTARIUS, 2008).

Poucos produtos livres de glúten são enriquecidos ou fortificados, aumentando assim o risco de deficiências nutricionais (KUPPER, 2005). Na Figura 2 apresentam-se dados estatísticos sobre quais são os produtos que as pessoas com Doença Celíaca gostariam de encontrar com maior facilidade no mercado (ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL, 2009).

Figura 2 - Produtos que os celíacos gostariam de encontrar disponíveis no mercado.

Os produtos alimentícios comercializados devem informar sobre a presença de glúten como medida preventiva e de controle da doença. Todos os alimentos industrializados devem conter em seu rótulo e bula, obrigatoriamente, as inscrições "contêm glúten" ou "não contém glúten", conforme o caso. A advertência deve ser impressa nos rótulos e embalagens dos produtos respectivos, assim como em cartazes e materiais de divulgação, em caracteres com destaque, nítidos e de fácil leitura (ANVISA, 2003a).

Tomando como referência a prevalência da Doença Celíaca em populações européias ou de ancestralidade européia que varia entre 0,3 a 1%, muitos casos provavelmente permanecem sem diagnóstico por períodos prolongados de tempo. No Brasil, os dados de prevalência disponíveis são ainda escassos, mas é provável que esta não esteja muito afastada das encontradas no Velho Mundo (GANDOLFI et al., 2000).

Diabetes

Diabetes Mellitus é uma doença de etiologia múltipla, decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade de produzir insulina adequadamente. Caracterizam-se por hiperglicemia crônica, freqüentemente acompanhada de dislipidemia, hipertensão arterial e disfunção endotelial. Os sintomas decorrentes de hiperglicemia acentuada incluem perda inexplicada de peso, poliúria, polidipsia e infecções. Mesmo em indivíduos assintomáticos poderá haver hiperglicemia discreta, porém em grau suficiente para causar alterações funcionais ou morfológicas por um longo período antes que o diagnóstico seja estabelecido (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2011).

WILD et al. (2004), estudaram a prevalência da Diabetes e os números de pessoas de todas as idades com diabetes para os anos de 2000 e 2030. Foram utilizados dados por idade e sexo de países da Organização Mundial da Saúde. A prevalência da diabetes para todas as faixas etárias foi estimada em 2,8% em 2000 e 4,4% para 2030. O número total de pessoas com diabetes deverá aumentar de 171 milhões em 2000 para 366 milhões em 2030.

1.3. Desenvolvimento de Formulações

Um dos aspectos essenciais no desenvolvimento de produtos é permanecer informado em relação aos produtos concorrentes. Produtos que foram formulados devem ser revisados regularmente. Existem diversas razões pelas quais uma mudança pode ser considerada, por exemplo (MANLEY, 2000):

- Troca de embalagem, que pode acrescentar interesse do consumidor e/ou melhorar na estabilidade;

- Troca de ingrediente da formulação;
- Mudanças no processamento, que podem aumentar a eficiência da produção;
- Modificações no produto.

1.4. Recheios para produtos de confeitaria e panificados

Produtos com recheios de base gordurosa são freqüentemente descritos como bombons, trufas. Estes recheios podem também ser utilizados em biscoitos, *wafers*, proporcionando uma enorme variedade de produtos adequados para todos os tipos de mercados (BIRKETT; DENMARK, 2009).

Os recheios caracterizam-se pela base (gordura, açúcar, frutas). Esta característica inclui limitações na produção (seja na cobertura, preenchimento e esfriamento), de armazenamento (variações na cristalização da gordura) e nas características sensoriais (BIRKETT; DENMARK, 2009).

Recheios com base de açúcar têm menor preço que o chocolate, estes recheios são formulados a partir de açúcar cristal ou refinado, açúcar invertido, xarope de glicose ou ingredientes similares, sendo possível fazer versões isentas de açúcar dirigidas ao mercado de alimentos especiais (BILL, 2009).

Outros tipos de recheios são utilizados no preparo de bombons, como cremes, licores, fondants, geléias e frutas secas misturadas à massa do chocolate (RICHTER, 2005; MIQUELIM, 2006). As frutas, quando utilizadas como recheios de bombons, podem ser cristalizadas e cobertas de chocolate, podem estar na forma de geléia de fruta ou em recheios de fruta com consistência cremosa (SOLER; QUEIROZ; VEIGA, 1996; MIQUELIM, 2006).

1.5. Produtos panificados - bolos

O mercado de bolos vem apresentando nos últimos anos uma crescente importância no setor de trigo. No Brasil, o aumento do consumo das misturas para bolos e bolos industriais parece alheio à estagnação de outros segmentos e figura entre as categorias que mais crescem em volume. Diversos fatores podem explicar a evolução no consumo de bolos, desde a questão da praticidade, aumento de preço do pão, ou pela modernização dos sistemas de misturas, até a aplicação de novos

emulsificantes e fermentos de alto desempenho. Algumas tendências têm sido observadas na indústria, entre as quais podem-se destacar o crescimento dos bolos tipo premium, as porções individualizadas, formulações livre de gordura *trans*, uso de farinhas integrais e, principalmente, a manutenção de alto padrão de qualidade do produto, focando-se especialmente à maciez e frescor do produto (FARINHAS..., 2008).

Bolo é o produto assado, preparado à base de farinhas ou amidos, açúcar, fermento químico ou biológico, podendo conter leite, ovos, manteiga, gordura e outras substâncias alimentícias que caracterizam o produto (ANVISA, 1978). A massa do bolo é uma mistura complexa de diversos ingredientes e numerosas bolhas de ar e partículas de gordura dispersas em uma fase aquosa contínua, podendo ser visualizada na Figura 3 (SAHI, 2008).

Figura 3 - Estrutura da massa do bolo formado por uma mistura complexa de numerosas bolhas de ar e partículas de gordura dispersas.

1.6. Ingredientes

Quinoa

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) é um pseudocereal originário dos Andes que no passado seu cultivo teve maior distribuição geográfica na América do Sul, desde Nariño na Colômbia até Tucumán na Argentina e as ilhas de Chiloe no Chile, sendo cultivada por culturas Pré-Colombianas, Aztecas e Mayas, nos vales do México (BRADY et al., 2007).

A planta da quinoa (Figura 4) apresenta tolerância à geada, salinidade e seca, e tem a capacidade de crescer em solos marginais (BHARGAVA; SHUKLA; OHRI,

2006); com facilidade de produção sem o uso de fertilizantes e de pesticidas, pela grande adaptação a diferentes condições agro-climáticas (KOZIOL, 1992; MUJICA et al., 2004; JANCUROVÁ ; MINAROVÍČOVÁ; DANDÁR, 2009).

Figura 4 - Planta da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

No Perú e na Bolívia, flocos de quinoa, tortilhas, panquecas, grãos inteiros são comercialmente produzidos, constituindo-se em um produto de fácil escolha para as necessidades dos consumidores de produtos naturais; sendo difundida na Inglaterra, Alemanha, Dinamarca, Espanha, Rússia, Portugal, Himalaia, Sul da Ásia e Namíbia (MUJICA et al., 2004).

No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Universidades do centro do país fizeram pesquisas para seu uso como cultivo de cobertura no inverno. Foram feitas avaliações de germoplasma e trabalhos agrônômicos, assim como estudos nutricionais atestando bom desempenho (SPEHAR, 2006).

A quinoa é altamente nutritiva em relação a outros cereais (KOZIOL, 1992; WATANABE et al., 2003; JANCORUVÁ; MINAROVÍČOVÁ e DANDÁR, 2009). No Quadro 1 apresenta-se a composição média do grão de quinoa e de outros cereais (AYALA; ORTEGA; MORON, 2004).

Quadro 1 - Composição média de macro e micronutrientes em 100 g do grão de quinoa em comparação a outros cereais.

Componente	QUINOA	Arroz	Milho	Trigo	Aveia	Centeio	Cevada
Calcio mg/g	66,60	23,00	150,00	43,70	88,00	54,00	38,00
Fósforo mg/g	408,30	325,00	256,00	406,00	253,00	323,00	376,00
Magnésio mg/g	204,20	157,00	120,00	147,00	0,00	0,00	0,00
Potássio mg/g	1040,00	150,00	330,00	502,00	0,00	0,00	0,00
Ferro mg/g	10,90	2,60	0,00	3,30	5,30	5,80	3,70
Manganês mg/g	2,21	1,10	0,48	3,40	0,00	0,00	0,00
Zinco mg/g	7,47	0,00	2,50	4,10	0,00	0,00	0,00
Umidade %	9,80	10,25	12,28	11,34	12,30	12,70	12,60
Cinza g/100g	4,73	0,60	1,48	1,46	2,60	2,40	1,20
Proteína g/100g	14,16	7,69	10,67	11,72	8,20	10,40	9,50
Fibra g/100g	5,10	0,05	1,68	2,65	8,70	3,40	1,70
Gordura g/100g	5,73	2,20	4,30	2,08	5,60	1,20	1,60
Carboidrato g/100g	59,85	81,30	69,58	70,75	62,60	68,90	73,80

No entanto o valor importante do grão da quinoa encontra-se no balanço de aminoácidos (Quadro 2).

Quadro 2 - Composição média de aminoácidos em 100 g do grão de quinoa em comparação com o trigo e leite.

AMINOACIDOS (100 g)			
Aminoácidos	QUINOA	Trigo	Leite
Histidina *	4,6	1,7	1,7
Isoleucina *	7,0	3,3	4,8
Leucina *	7,3	5,8	7,3
Lisina*	8,4	2,2	5,6
Metionina*	5,5	2,1	2,1
Fenilalanina*	5,3	4,2	3,7
Treonina*	5,7	2,7	3,1
Triptofano*	1,2	1,0	1,0
Valina*	7,6	3,6	4,7
Ácido Aspártico	8,6	-	-
Ácido Glutâmico	16,2	-	-
Cisterina	7,0	-	-
Serina	4,8	-	-
Tirosina	6,7	-	-
Argina*	7,4	3,6	2,8
Prolina	3,5	-	-
Alanina	4,7	3,7	3,3
Glicina	5,2	3,9	2,0

* Aminoácidos essenciais

Os cereais comuns são pobres em aminoácidos limitantes (lisina, metionina e triptofano) (BHARGAVA; SHUKLA; OHRI, 2006; GORINSTEIN et al., 2008). A quinoa supera sua composição em relação ao trigo, milho, cevada e aveia quanto aos aminoácidos, com exceção da fenilalanina e da leucina (DIJKSTRA; LINNEMANN; BOEKEL, 2003; AYALA; ORTEGA; MORON, 2004). Constitui-se também um bom complemento para as leguminosas, que são muitas vezes pobres em metionina e cisteína (VALENCIA-CHAMORRO, 2003; JANCUROVÁ; MINAROVÍČOVÁ; DANDÁR, 2009).

Castro et al. (2007) avaliaram a digestibilidade *in vitro* da quinoa indicando que esta apresenta valores consideráveis de digestibilidade, o que evidencia sua qualidade protéica.

A quinoa apresenta uma proporção de D-xilose (120,0 mg/100 g), maltose (101,0 mg/100 g), baixo teor de glicose (19,0 mg /100 g) e frutose (19,6 mg/100 g) que são responsáveis pela diminuição da resposta glicêmica no consumo de sua farinha (OGUNGBENLE, 2003).

Segundo Koziol (1992) indica-se que em 100 g de peso seco de quinoa encontram-se concentrações maiores de vitaminas em comparação ao arroz, à cevada e ao trigo (Quadro 3); em 100 g de porção comestível existem vitaminas como B₆ (0,20 mg), ácido pantotênico (0,61 mg), ácido fólico (23,5 µg), biotina (7,1 µg) e outras vitaminas que estariam presentes em quantidades menores às necessidades diárias.

Quadro 3 - Composição da concentração de vitaminas (mg/100 g - base seca) em comparação com arroz, cevada e trigo.

Concentração de Vitaminas (mg/100 g - base seca)				
Vitaminas	Quinoa	Arroz	Cevada	Trigo
Tiamina (B ₁)	0,38	0,47	0,49	0,55
Riboflavina (B ₂)	0,39	0,10	0,20	0,16
Niacina (B ₃)	1,06	5,98	5,44	5,88
Acido Ascórbico (C)	4,00	0	0	0*
α- Tocoferol	5,37	0,18	0,35	1,15
β- Caroteno	0,39	NR	0,01	0,02

* Variação de 0,00 - 1,50 mg de vitamina C em 100 g.

NR: Não Reportado.

Um dos principais constituintes do grão de quinoa é o amido (57 - 69%) localizado no endosperma, com uma composição de amilose de aproximadamente 5 - 20% e 88 - 95% de amilopectina nas diversas variedades cultivadas de quinoa (LORENZ; COULTER; JOHNSON, 1995; TANG; COPELAND, 2007; LINDEBOOM et al., 2005). Esta porção de amido apresenta uma absorção de água de 49,5 - 93,0% (LORENZ; COULTER; JOHNSON, 1995) com uma capacidade emulsificante de 104,0%, podendo ser utilizado como agente emulsificante na produção de embutidos, sopas e bolos (OSHODI; OGUNGBENLE; OLADIMEJI, 1999).

O teor lipídico da quinoa varia de 5 a 7%, sendo rico em ácidos graxos essenciais como linoléico e α -linolênico, apresentando alta concentração de antioxidantes como α -tocoferol e γ -tocoferol (REPO-CARRASCO; ESPINOZA; JACOBSEN, 2003; NG et al., 2007). A comparação do perfil de ácidos graxos do óleo do grão com aquele presente no milho e soja revelou quantidades semelhantes para os ácidos graxos linoléico (C18:2), oléico (C18:1) e linolênico (C18:3), correspondendo a aproximadamente 88% dos ácidos graxos totais da semente (BORGES et al., 2010).

Farinha de trigo

A farinha de trigo é um produto obtido da moagem controlada do grão de trigo. É um dos ingredientes mais importantes na fabricação dos bolos, principalmente para estabelecer a estrutura do miolo (DESROCHERS; SEITZ; WALKER, 2003).

Sua importância está relacionada às propriedades apresentadas por suas proteínas, que dão à massa características únicas de viscoelasticidade (Figura 5). Essencial para a retenção de gases da fermentação e do forneamento de produtos de panificação, permitindo que aproximadamente 70% da produção mundial de trigo seja usada como alimento, predominantemente na forma de farinha em pães, bolos, biscoitos, cereais matinais e massas alimentícias (CARDOSO, 2007).

Figura 5 - Características da massa com glúten.

Apesar da quantidade baixa de proteína na farinha de trigo, a qualidade é alta, suficiente para garantir a formação de filmes para a captura de gás em

pequenas bolhas de ar (DESROCHERS; SEITZ; WALKER, 2003), com a capacidade de aumentar o volume, reprimir o colapso mediante a retenção de ar e expansão garantindo uma dispersão uniforme dos ingredientes (WILDERJANS et al., 2008).

Farinha de arroz

O arroz (*Oryza sativa*, L.) é dentre os cereais cultivados o que mais se destaca, por ser o alimento básico da maioria da população sendo originário do sudoeste da Ásia, pertencente à família *Gramineae*, subfamília *Pooideae*, não sendo bem conhecido o número exato de espécies do gênero *Oryza* (BORTOLATO et al., 2003).

Segundo Kennedy e Burlingame (2003), o arroz é o principal alimento para 15 países da Ásia e do Pacífico e 10 países da América Latina. Durante as etapas do processamento do arroz são gerados grãos quebrados. Destes, apenas 10% podem ser adicionados ao produto final. O restante é utilizado como matéria-prima para outras finalidades, como a produção de farinha de arroz (DORS; PINTO; BADIALE-FURLONG, 2009).

A substituição por farinha de arroz em formulações exibe vantagem por esta ser hipoalergênica. Pode ser consumida por portadores da Doença Celíaca, facilmente digerível e tem sabor pouco característico, sendo favorável para o uso como ingrediente em produtos industrializados (GALERA, 2006).

A fração protéica do arroz, embora quantitativamente pequena, apresenta uma composição balanceada de aminoácidos como lisina, metionina e treonina em comparação à da farinha do trigo (AGUILAR, 2004).

Existem variedades de arroz com ampla faixa de teor de amilose (permite seleção de acordo com a finalidade). O pequeno tamanho dos grânulos de amido apresenta textura extremamente suave com o cozimento e sabor brando, contém baixos níveis de sódio e são facilmente digeríveis (NABESHIMA; EL DASH, 2004).

Cacau

Cacau é um fruto da planta de *Theobroma cacao* L. (Figura 6), árvore originária das florestas tropicais da América com extensões nas regiões equatoriais

da África e Ásia. Os alimentos preparados a partir dos grãos de cacau foram consumidos por mais de 2600 anos, inicialmente por Meso-Americanos, constituindo-se agora em um dos alimentos processados mais consumidos (LECUMBERRI et al., 2007).

Figura 6 – Cacau e seus produtos.

Produtos à base de cacau estão entre os alimentos funcionais com base na presença dos flavonóides e sua influência sobre a resposta da via inflamatória, como já foi demonstrado por vários estudos *in vitro*. O consumo regular ou ocasional de cacau, rico neste composto, exerce efeitos benéficos sobre a pressão arterial, resistência à insulina e estresse oxidativo (SELMI et al., 2008).

Williams; Tamburic e Lally (2009) indicaram que o consumo regular de chocolate rico em flavonóides pode ser eficaz na proteção da pele humana contra os efeitos nocivos aos raios ultravioletas. Assim também Janszky et al. (2009) referem que o consumo do chocolate é associado à menor mortalidade devido a doenças cardíacas, em pacientes sem diabetes. Os resultados apontam cada vez mais a provas que o chocolate é uma fonte rica de compostos bioativos benéficos.

Miller et al. (2006) e GU et al. (2006) indicam que produtos de confeitaria e panificação que utilizam cacau em pó desengordurado natural são fonte de flavonóides, procianidinas e atividade antioxidante natural, assim como também atribuem cor, sabor e aroma nestes produtos.

Substitutos de Sacarose

Dentre os substitutos da sacarose encontram-se os adoçantes que são produtos formulados para conferir sabor doce aos alimentos e bebidas, constituídos

de alguns edulcorantes e que podem conter na sua composição álcool etílico, água, amidos modificados, dextrinas, dextrose, fruto-oligossacarídeos, isomalto-oligossacarídeos, frutose e seus xaropes, xarope de glicose, glicerina ou glicerol, isomalte, lactose, maltitol e seu xarope, maltodextrina, manitol, polidextrose, polietilenoglicol, propilenoglicol, sacarose, sorbitol, dentre outros (ANVISA, 2001). Três novos aditivos edulcorantes podem ser utilizados em alimentos no Brasil: a taumatina, eritritol e neotame (ANVISA, 2008).

Os adoçantes também são agrupados como nutritivos e não nutritivos diferenciando-se pela energia que fornecem. Uma grande variedade de ingredientes concedem a doçura com um valor de energia que equivale a 4 kcal/g. Os alcoóis de açúcar ou polióis adoçam com menos energia por grama (2 kcal/g), pois não são totalmente absorvidos pelo intestino sendo menos disponíveis para o metabolismo energético. Os não-nutritivos não oferecem energia, pois adoçam com pouco volume e podem ser referidos como de alta intensidade. Ambos adoçantes podem substituir o açúcar (ADA REPORTS, 2004).

Adoçantes de alta intensidade são utilizados também para a produção de alimentos, a indústria destaca os aspectos benéficos de sua utilização como a facilidade de consumo por aquelas pessoas que sofrem diabetes e as que desejam controlar o peso (ZYGLER; WASIK; NAMIESNI, 2009).

❖ **Sucralose**

É um edulcorante de alta intensidade, não calórico e não cariogênico. Derivado do açúcar, em um processo que substitui seletivamente três grupos hidroxila por três átomos de cloro na molécula de sacarose. É versátil, apresentando excelente estabilidade em líquidos e em alimentos que sofrem tratamento térmico, sendo também solúvel em água. Possui excelente estabilidade a diferentes temperaturas e pHs; o perfil de sabor da sucralose aproxima-se muito ao perfil do açúcar, sendo que 1 g de sucralose substitui a doçura de 500-800 g de açúcar (GRENBY, 1991; GREENLY, 2003; BATTOCHIO, 2007).

❖ **Açúcar invertido**

Açúcar invertido é um xarope composto de glicose, frutose e sacarose residual resultante de uma reação de hidrólise da sacarose. Esta hidrólise é conhecida como

inversão, pois o xarope dos monossacarídeos (glicose e frutose) desvia um feixe de luz polarizada para a esquerda, enquanto as soluções de sacarose desviam esse feixe para a direita (AKGOL et al., 2001).

Em comparação com o açúcar cristal, a utilização do invertido apresenta diversos benefícios, tais como (RODRIGUES, 2003):

- Melhoria do controle de processo de fabricação de alimentos e da manutenção de condições higiênicas nas indústrias alimentícias;
- Alta pureza química evitando a geração de precipitados indesejáveis nos produtos em função de elevados teores de ferro, cobre, cálcio;
- Alto controle microbiológico devido à menor atividade de água que possui, podendo-se, às vezes, dispensar a necessidade de pasteurização no produto final;
- Menor espaço necessário para a estocagem;
- Elimina a necessidade de investimentos em equipamentos para a dissolução e filtração do açúcar;
- Redução de perdas.

Se comparado à solução de sacarose apresenta: maior higroscopicidade, retendo umidade em ambientes muito secos; maior solubilidade, atuando como inibidores de cristalização e reduzindo custos com frete; reduz o ponto de congelamento, propriedade útil em produtos que são congelados; em produtos com baixo teor de gordura, sua utilização evita que esses comecem a quebrar e secar; possui viscosidade baixa, conferindo plasticidade a sorvetes, cremes e *fondants*. Apresenta uma razão de dulçor de 105:100 em relação à sacarose.

❖ **Xarope de alta frutose**

Descoberto em 1800, tornando-se um produto importante em 1970, substituiu a sacarose em muitos produtos pela doçura e menor preço (LARRY; GREENLY, 2003).

Conhecido também como xarope de alta frutose de milho (*High Fructose Corn Syrup* - HFCS) é uma mistura de frutose e dextrose com a mesma composição do açúcar invertido, obtido enzimaticamente a partir de grãos de milho e do tratamento do xarope de glicose com alta dextrose com a enzima glicose isomerase, que

converte a dextrose em frutose. Esse xarope não é comumente empregado na União Européia, embora seja bem mais atrativo financeiramente nos Estados Unidos e Canadá (EDWARDS, 2000).

O xarope de frutose é altamente valorizado para bebidas, doces e alimentos processados na indústria devido aos seus atributos especiais, como alta solubilidade e natureza cristalina, a capacidade de impedir o crescimento microbiano e aumento da vida útil do produto. Apresenta uma razão de dulçor de 173:100 em relação à sacarose (JOHNSON; PADMAJA; MOORTHY, 2009).

❖ ***Lactitol***

É aprovada a inclusão do lactitol na lista de aditivos da Legislação Brasileira com a função de edulcorante, em quantidade suficiente para obter o efeito desejado (q.s.p.), e não especificada (ANVISA, 1998b).

É um edulcorante de apenas 2,4 kcal/g, derivado do açúcar do leite (LARRY ; GREENLY, 2003). Higroscópico, inodoro e não é suficientemente solúvel, não causa problemas de processamento com soluções de viscosidade semelhantes, com ponto de congelamento semelhante ao da sacarose, em concentrações iguais (ALONSO; SETSER, 1994).

É utilizado em uma variedade de produtos alimentícios para substituir a sacarose apresentando propriedades físico-químicas semelhantes; resistente à digestão por ser fermentado pela microbiota gastrointestinal. Estudos caracterizam-no como um possível prebiótico (DRAKOULARAKOU et al., 2007). Não contribui com a cárie dentária ou o aumento de glicose no sangue (GREENLY, 2003).

❖ ***Polidextrose - Litesse®***

A polidextrose é um polissacarídeo não digerível com um conteúdo calórico de 1 kcal/g, utilizado principalmente como substituto da sacarose e fibra dietética em alimentos, proporcionando efeitos fisiológicos semelhantes aos de outras fibras dietéticas, sendo não cariogênico (BURDOCK; FLAMM, 1999; FLOOD; AUERBACH; CRAIG, 2004).

É um agente espessante com natureza amorfa (HICSASMAZ et al., 2003); permite a percepção plena de sabores, diminui a resposta relativa da glicemia sendo assim adequado para os consumidores que procuram controlar a ingestão de carboidratos, incluindo os diabéticos, sendo reconhecido como uma fonte de fibras prebióticas (DANISCO, 2009).

A alegação de propriedade funcional da Polidextrose poderá ser utilizada desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3 g se o alimento for sólido ou 1,5 g de fibras se o alimento for líquido. Acrescentando-se no rótulo do produto “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (ANVISA, 1999).

Hidrocolóides

❖ *Goma Xantana*

É um polissacarídeo natural, tem sido utilizado na indústria de alimentos devido a suas propriedades reológicas pseudoplásticas e estabilização de emulsão, estabilidade de temperatura, compatibilidade com ingredientes alimentares (ZHAO et al., 2009). Quando é adicionado aos alimentos líquidos aumenta a taxa de cisalhamento e abaixa a viscosidade, dando este comportamento vantagens ao produto no transporte por bombas ou em misturadores (KIM ; YOO, 2006).

❖ *Quitosana*

A quitosana é resultado da desacetilação da quitina em diferentes graus; a quitina é um polissacarídeo encontrado com facilidade na natureza. Estudos têm sido realizados, principalmente na área de biotecnologia em países com extenso litoral, por ser um material biodegradável. Algumas de suas aplicações são destacadas como (TORRES, 2001):

- Em aplicações médicas como agente hemostático, agente de liberação controlada de drogas (por exemplo, anticâncer), agente hipocolesterolêmico;
- Em diversos produtos na área de cosméticos;
- Na agricultura no revestimento de sementes;
- Na área de alimentos através de aditivos, produtos dietéticos e antifúngicos;

- Na clarificação da água e no tratamento de resíduos orgânicos.

Dentre as inúmeras características que distinguem a quitosana dos demais polissacarídeos destacam-se a atividade antimicrobiana provocando a inibição do crescimento de microrganismos, como *E. coli*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*. Alguns pesquisadores explicam que estas atividades antimicrobianas da quitosana provem de seus grupos amínicos (N.V.; KUMAR, 2000). A quitosana é reconhecida também como não tóxica (AIDER, 2010).

A *N*-succinil-quitosana (Figura 7) é um derivado quimicamente modificado do biopolímero quitosana. Esta modificação química possibilita à quitosana solubilidade em pH que pode variar do ácido (2,0 a 3,0) até alcalino (13,0 a 14,0). Estas propriedades possibilitam novas aplicações na área biotecnológica e de alimentos (MELLO et al., 2004).

Figura 7 – Estrutura química da *N*-succinil-quitosana.

A quitosana é registrada na categoria de alimentos com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde destacando: "A quitosana auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis". Esta alegação pode ser utilizada desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3 g de quitosana se o alimento for sólido ou 1,5 g se o alimento for líquido (ANVISA, 1999).

❖ **Colágeno Hidrolisado**

Gelatina obtida da hidrólise do colágeno (TANAKA; KOYAMA; NOMURA, 2009) é uma das poucas proteínas que contem hidroxilisina, no entanto a

composição em aminoácidos é desequilibrada desde o ponto de vista nutritivo com carência em triptofano, sendo rica em glicina, hidroxiprolina (até 10% do colágeno em mamíferos), prolina (FENNEMA, 1996).

Apresenta-se como uma estrutura principal de aproximadamente 30% da proteína corporal de todos os vertebrados, mais de 90% da proteína extracelular no tendão, osso e mais de 50% da pele compreendem o colágeno. Assim, o colágeno pertence a uma família de moléculas geneticamente distintas que têm uma configuração em tripla hélice originada de três subunidades de cadeias polipeptídicas. Foram isolados 13 tipos, que variam em comprimento da hélice, natureza e tamanho de porções não helicoidais (FRIESS, 1998).

Gelse; Poschl e Aigner (2003) descreveram 26 tipos geneticamente distintos de colágeno baseados em sua estrutura e organização molecular. Os tipos mais abundantes de colágeno são I, II e III, e dos tipos V e XI, que formam as fibrilas extracelulares; de todos estes tipos o colágeno tipo I é o predominante em animais maiores, especialmente na pele, tendões, ossos, músculos, cartilagens; este tipo de colágeno é composto de três cadeias denominadas α , ordenadas de tal forma que 95% correspondem a uma tripla hélice (FRIESS, 1998). Pode ter aplicação nas áreas farmacêutica, médica, cosmética e de alimentos, devido a suas propriedades como extensoras, umidificante, emulsificante, potencializador da textura e do valor nutritivo, conferindo melhores resultados tecnológicos e econômicos aos produtos (TORRES, 2001; BAZIWANE; HE, 2003).

Quando o colágeno sofre o processo de hidrólise é nomeado como colágeno hidrolisado, gelatina hidrolisada, colágeno peptídico (TANAKA; KOYAMA; NOMURA, 2009). Esta variação apresenta-se como um tipo especial de gelatina que, geralmente, tem característica de não formar gel. Este tipo de colágeno é preparado basicamente com uma redução drástica do tamanho molecular, através do uso de enzimas. Depois do reaquecimento, processo este que também destrói qualquer enzima residual, as soluções concentradas são secas em *spray dryers*. O pó resultante é solúvel em água fria. Essa peculiaridade do colágeno hidrolisado torna-se mais fácil para ser consumido, pode ser misturado com vários tipos de alimentos, sem alterar sabor, odor ou textura (GELITA, 2007).

Segundo Reutersward; Andersson e Asp (1985), a gelatina hidrolisada é absorvida desde o intestino, sendo isto de importância considerável para analisar a

absorção e qualidade da gelatina. Assuma-se que peptídeos são hidrolisados no trato gastrointestinal antes da absorção, para que os aminoácidos entrem predominantemente na circulação.

No Japão o colágeno peptídico é um dos ingredientes mais comuns como alimento funcional, com objetivo de manter a integridade óssea normal. A recomendação diária do colágeno peptídico como alimento funcional é de 1-10 g (16,6-166 mg/kg de peso por dia) (WU et al., 2004).

Gorduras

Gordura é um elemento importante na alimentação humana por apresentar propriedades nutricionais, funcionais e organolépticas. É vital para o metabolismo pleno do organismo humano porque fornece ácidos graxos essenciais necessários para a estrutura das membranas celulares e prostaglandinas, servindo como transportadora das vitaminas lipossolúveis A, D, E, e K. Podem ser sólidas ou líquidas em temperatura ambiente, dependendo da sua estrutura e de sua composição. Diferenciam-se como gordura saturada e gordura insaturada, dependendo da sua estrutura química (FENNEMA, 1996).

Gordura *trans*, que contem ácidos graxos na forma *trans*, é um tipo específico de gordura formada por processo de hidrogenação natural (ocorrido no rúmen dos animais) ou industrial. A biohidrogenação ocorre quando os ácidos graxos ingeridos por ruminantes são parcialmente hidrogenados por sistemas enzimáticos da flora microbiana intestinal destes animais. A hidrogenação industrial adiciona hidrogênio a óleos vegetais poliinsaturados com auxílio de um catalisador, sob pressão e temperatura apropriadas. 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).

As gorduras *trans* são utilizadas em alimentos industrializados por aumentar sua validade; contudo, são nocivas para o organismo. Os alimentos que podem conter gordura *trans* são frituras, molhos de salada, margarinas, recheios, produtos de chocolate, entre outros alimentos processados (O'BRIEN, 2009; DESENVOLVENDO..., 2008).

Em julho de 2003 a *Food and Drug Administration* (FDA) emitiu a regulamentação que exige a declaração no rótulo do tipo de gordura presente nos alimentos, sendo obrigatória a partir do 01 de janeiro de 2006. Esta regulamentação influencia aos fabricantes de alimentos reduzirem ou eliminarem as gorduras *trans* de seus produtos (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2010).

No Brasil, seguindo a preocupação de vários países (Canadá, Suécia, Inglaterra), estabeleceram-se critérios e exigências informativas para oferta e publicidade de alimentos considerados com quantidades de gordura saturada, de gordura *trans*, dentre outros atributos. A resolução confere especial atenção às publicidades dirigidas às crianças, com o objetivo de coibir “práticas excessivas que levem o público infantil a padrões de consumo incompatíveis com a saúde e que violem seu direito à alimentação adequada” (art. 2º). Define ainda, ALIMENTO COM QUANTIDADE ELEVADA DE GORDURA SATURADA é aquele que possui em sua composição uma quantidade igual ou superior a 5 g de gordura saturada por 100 g ou 2,5 g por 100 mL na forma como está à venda. ALIMENTO COM QUANTIDADE ELEVADA DE GORDURA *TRANS* é aquele que possui em sua composição uma quantidade igual ou superior a 0,6 g para 100 g ou 100 mL na forma como está exposto à venda (ANVISA, 2010).

Em 2003 tornou-se obrigatória a declaração no rótulo sobre o conteúdo de gordura *trans* do produto (ANVISA, 2003).

As características das gorduras selecionadas para uma determinada aplicação são de importância na concepção de um produto para uma finalidade específica. Formulação de margarinas, cremes vegetais e outros produtos à base de gorduras devem ser primeiramente baseados no entendimento das relações entre medições físicas específicas e a composição das misturas dos óleos e seus componentes junto com uma apreciação dos efeitos do processamento. A estrutura cristalina das gorduras é importante na formulação, porque cada forma do cristal possui sua própria propriedade física (dureza, maciez, solubilidade, sensação na boca, aeração) dependendo do alimento em que este ingrediente seja incorporado (O'BRIEN, 2009).

Margarina

Margarina e produtos relacionados contem uma fase aquosa e uma fase de gordura e são caracterizadas como emulsões de água em óleo, onde a fase aquosa é finamente dispersa em forma de gotículas na fase de gordura. A fase gordurosa e o processo de fabricação são selecionados de acordo com a aplicação no produto.

Entende-se por margarina o produto gorduroso em emulsão estável com leite ou seus constituintes ou derivados, e outros ingredientes, destinados à alimentação humana, com odor e sabor característico. A gordura láctea, quando presente, não deverá exceder a 3% m/m do teor de lipídios totais (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 1997).

O creme vegetal é definido como um produto em forma de emulsão plástica ou fluida, constituído principalmente de água e óleo vegetal e ou gordura vegetal, podendo ser adicionado de outro(s) ingrediente(s) (ANVISA, 2005).

Emulsificantes

A composição estrutural dos emulsificantes inclui partes lipofílicas e hidrofílicas com uma união homogênea de duas fases (aquosa e lipídica). Os emulsificantes podem ser compostos por monoglicerídeos de ácidos graxos ou ácidos graxos saturados (SHUKLA, 2005).

As propriedades emulsificantes das gorduras e óleos podem ser melhoradas com ajustes de estrutura da gordura e adição de agentes tensoativos que amplificam e intensificam a funcionalidade da gordura, margarina ou produtos gordurosos. Além de formar emulsões os emulsificantes realizam uma série de funções que podem ou não estarem relacionadas com emulsificação, estas funções contribuídas são: estabilizador de emulsão, agente antienvelhecimento, aeração, textura, lubrificador, antiespumante, dispersante, barreira de umidade, barreira de oxigênio, modificador de cristalização, redutor de viscosidade, agente molhante, agente de aglomeração, melhorador da palatabilidade. Nenhum destes sistemas emulsificante ou emulsionantes pode realizar todas essas funções. De tal forma, cada surfactante atuará como agente emulsificante para um determinado produto ou fórmula (O'BRIEN, 2009).

DIMODAN HP-M é um monoacilglicerol destilado comestível, totalmente hidrogenado à base de óleo de palma que poder ser aplicado em manteigas, margarina, café, produtos de panificação, caramelos e *toffes*. Em produtos de panificação melhora a maciez e atribui estrutura uniforme ao miolo e reduz a taxa de envelhecimento (DANISCO, 2010).

1.7. Propriedades físicas

Textura

A textura é a manifestação sensorial e funcional da estrutura, propriedades mecânicas e de superfície dos alimentos detectados através dos sentidos: visão, audição, tato e sinestesia. Esta definição transmite conceitos importantes como (SZCZESNIAK, 2002):

- Textura é uma propriedade sensorial, portanto apenas o ser humano (ou um animal, no caso de alimentos para animais) pode perceber e descrever. Os instrumentos para análises de textura podem detectar e quantificar apenas alguns parâmetros físicos que devem ser interpretados em termos da percepção sensorial;
- É um atributo de multi-paramétrico;
- Deriva da estrutura do alimento (macroscópica, ou microscópica molecular);
- É detectado por vários sentidos.

Os diversos parâmetros são classificados em determinadas categorias. A classificação dos termos de textura para sólidos e semi-sólidos deu origem a um método instrumental de Análise do Perfil de Textura (TPA), que envolve a compressão de uma substância de ensaio pelo menos duas vezes quantificando os parâmetros mecânicos por curvas de força-deformação (SZCZESNIAK, 2002). Na Figura 8 apresenta-se a interpretação dos parâmetros de textura que são: firmeza, elasticidade, adesividade, coesividade, fraturabilidade, mastigabilidade, gomosidade e resiliência.

Figura 9 - Curva de fluido com comportamento tixotrópico

De acordo com a informação desejada, as medidas reológicas podem ser obtidas em testes dinâmicos ou oscilatórios, por exemplo (Figura 10). Em um ensaio rotacional uma amostra preenche o espaçamento anular entre a placa e o cilindro (*gap*), sendo submetida a um cisalhamento por um tempo determinado, permitindo que os dados resultantes de testes de tensão de cisalhamento, taxas de cisalhamento e viscosidade sejam tratadas matematicamente em unidades físicas apropriadas. Em um reômetro oscilatório a parte móvel do sistema de medição oscila, criando vibrações que são transferidas para a amostra. Isso fornece informações sobre o comportamento viscoelástico da substância. A oscilação é geralmente realizada em deformações muito baixas. Ao contrário dos testes de rotação, testes oscilatórios têm a vantagem de que as amostras não são destruídas durante os testes (STEFFE, 1996; SCHRAMM, 2006).

Fonte: Modificado de Betioli et al.; (2009)

Figura 10 – Testes reológicos

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi formular produtos agregando valor nutricional e características funcionais, utilizando como componente principal a quinoa; tais produtos são destinados à indústria de panificação e confeitaria. Foram estudadas suas propriedades químicas e físicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAIS

Preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação

- Suco de Laranja concentrado congelado - Lanjal (Global Sucos);
- Grão inteiro da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) - (Quinoa Real Brasil Ltda);
- Colágeno Hidrolisado HIDROGEL[®] B30 (Gelita - South América);
- Açúcar refinado (União);
- Sucralose (Splenda) (Anexo 1);
- Ácido Cítrico, P.A. – Monohidratado (Reagem);
- N-succinil-quitosana em gel (elaborada no Laboratório de Tecnologia Químico-Farmacêutica – FBT/FCF/USP – responsável Prof. Bronislaw Polakiewicz - aluna Karina Mello);
- Goma Xantana (Tradal Brazil);
- Xarope de alta frutose (CornProducts) (Anexo 2);
- Açúcar líquido invertido (Tradal Brazil).

Bolos

- Farinha de quinoa orgânica (*Chenopodium quinoa* Willd.) - (Quinoa Real Brasil Ltda);
- Farinha de arroz (URBANO);
- Farinha de trigo tradicional tipo-1 (Dona Benta);
- Chocolate em pó solúvel (Dois Frades - Nestlé);
- Café solúvel granulado (NESCAFÉ -Nestlé);
- Açúcar refinado (União);
- Fermento químico em pó (Royal);

- Sucralose (Splenda) (Anexo 1);
- Gordura PROPAN 44 (BUNGE) (Anexo 3);
- Gordura PROPAN 00 *Low Trans* (BUNGE) (Anexo 4);
- Margarina Pró Bisc 80 (BUNGE) (Anexo 5);
- Margarina Pró Bisc 80 *Low Trans* (BUNGE) (Anexo 6);
- Margarina Pró Bisc 80 *Low Trans Sat* (BUNGE) (Anexo 7);
- Gema pasteurizada desidratada (COOPER OVOS) (Anexo 8);
- Clara pasteurizada desidratada (COOPER OVOS) (Anexo 9);
- Lactitol MC (DANISCO) (Anexo 10);
- Litesse[®] (Polidextrose) (DANISCO) (Anexo 11);
- DIMODAN[®]-HP-M (DANISCO) (Anexo 12).

MÉTODOS

Parte Experimental

❖ **Desenvolvimento das Formulações dos Preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação**

Os preparados para recheios foram elaborados no Laboratório de Física Industrial II, Faculdade Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

Foram desenvolvidas seis formulações apresentadas na Tabela 1, todas contendo quinoa + suco de laranja concentrado congelado (58 °Brix) que foi diluído em água até uma concentração de sólidos solúveis de 15 °Brix (suco de laranja) + colágeno hidrolisado + ácido cítrico, com as variações: 1A (goma xantana + sacarose), 1B (goma xantana + xarope de frutose + açúcar invertido) e 1C (goma xantana + sucralose); 2A (*N*-succinil-quitosana + sacarose), 2B (*N*-succinil-quitosana + xarope de alta frutose + açúcar invertido), 2C (*N*-succinil-quitosana + sucralose).

Tabela 1 - Formulações dos preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.

Ingredientes (%)	Amostras					
	1A	1B	1C	2A	2B	2C
Suco de laranja	39,28	39,28	57,14	39,11	39,11	56,80
Quinoa em grão	26,18	26,18	38,10	26,08	26,08	37,86
Sacarose	31,42	-	-	31,29	-	-
Açúcar invertido	-	18,85	-	-	18,77	-
Xarope de alta frutose	-	12,57	-	-	12,52	-
Sucralose	-	-	0,23	-	-	0,23
Colágeno hidrolisado	2,09	2,09	3,05	2,09	2,09	3,03
Goma xantana	0,63	0,63	0,91	-	-	-
Ácido Cítrico	0,39	0,39	0,57	0,39	0,39	0,57
<i>N</i> -succinil-quitosana	-	-	-	1,04	1,04	1,51
Total	100	100	100	100	100	100

O desenvolvimento dos preparados de quinoa com suco de laranja foi mediante a seqüência apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Fluxograma do preparo da elaboração dos preparados para recheios.

❖ **Desenvolvimento das Formulações dos Bolos**

Os bolos foram elaborados no Laboratório de Física Industrial II e planta piloto, Faculdade Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo. Os equipamentos utilizados foram: batedeira planetária *KitchenAid* 525W/120V/60Hz; forno elétrico tipo estacionário 4000W/220V (Flexa de Ouro).

O desenvolvimento dos bolos foi feito mediante a seqüência apresentada na Figura 12.

Foram desenvolvidas cinco formulações apresentadas na Tabela 2, uma formulação padrão feita com farinha de trigo e as outras quatro feitas com farinha de quinoa e arroz, substituindo-se na última formulação o açúcar por Lactitol MC e *Litesse*[®](Polidextrose), para obter bolos isentos de sacarose.

A partir da formulação do bolo elaborado com 100 % de farinha de quinoa (B) (Tabela 2) foram testados dois tipos de gorduras (PROPAN 44, PROPAN 00 *Low Trans*) e três tipos de margarinas (Pró bisc 80, Pró bisc 80 *Low Trans*, Pró bisc 80 *Low Trans Sat*), utilizadas pela indústria de panificação, para se verificar seu desempenho na formulação através de alguns testes físicos (volume e textura) e escolher qual gordura seria utilizada nas outras formulações para a continuidade do trabalho.

Tabela 2 - Formulações dos bolos.

Ingredientes (%)	Amostras				
	P	A	B	C	D
Farinha de trigo	15,54	-	-	-	-
Farinha de quinoa	-	7,77	15,54	-	16,04
Farinha de arroz	-	7,77	-	15,54	-
Açúcar refinado	15,54	15,54	15,54	15,54	-
Chocolate em pó	12,43	12,43	12,43	12,43	12,83
Gema desidratada	7,18	7,18	7,18	7,18	7,41
Clara desidratada	3,82	3,82	3,82	3,82	3,95
Gordura PROPAN 00 LT	6,99	6,99	6,99	6,99	7,22
Fermento químico	2,33	2,33	2,33	2,33	2,41
Café instantâneo	0,78	0,78	0,78	0,78	0,80
DIMODAN [®] -HP-M	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Lactitol	-	-	-	-	12,83
<i>Litesse</i> [®]	-	-	-	-	1,60
Sucralose	-	-	-	-	0,04
Água	35,34	35,34	35,34	35,34	36,47
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Figura 12 - Fluxograma de elaboração dos bolos.

Determinações físico-químicas

❖ Preparados e Bolos

Umidade

- Para análise de umidade nos preparados para recheios pesou-se 5 g da amostra (em triplicata), em cadinhos de porcelana previamente tarados, colocou-se a amostra na estufa a 105 °C por duas horas e, posteriormente, resfriou-se em dessecador com sílica gel. As operações de aquecimento em estufa e resfriamento no dessecador foram realizadas até obter um peso constante. Calculou-se o teor de

umidade por diferença. Análises realizadas em triplicata (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

- Para análise de umidade nos bolos foram picados e homogeneizados casca + miolo, pesando-se 10 g da amostra em cápsulas de porcelana (em triplicata), que foi colocada em estufa a 105 °C por duas horas. Após a desidratação, foram mantidos em um dessecador com sílica-gel por meia hora. As operações de aquecimento em estufa e resfriamento no dessecador foram realizadas até obter um peso constante. Calculou-se o teor de umidade por diferença. As análises foram realizadas em triplicata (ESTELLER; ZANCANARO JÚNIOR; LANNES, 2006; AOAC, 1995).

Proteína

Realizou-se a quantificação do teor de nitrogênio pelo método *Kjeldahl* AOAC 970.22 (1995) modificado, que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação. Pesou-se 0,5 g de amostra em papel de seda e transferiu-se para o tubo micro *Kjeldahl* (papel+amostra). A matéria orgânica é decomposta e o nitrogênio existente é finalmente transformado em amônia. Sendo o conteúdo de nitrogênio das diferentes proteínas aproximadamente 16%, introduziu-se o fator empírico 6,25 para transformar o número de g de nitrogênio encontrado em número de g de protídeos, fator que foi aplicado em os produtos elaborados com quinoa (preparados para recheios e bolos); no caso do bolo elaborado com farinha de trigo utilizou-se o fator de 5,7 e para os bolos feitos com farinha de arroz de 5,95. As análises foram realizadas em triplicata.

Lipídeos

Pesou-se 5 g de amostra (preparados, bolos triturados) em papel de filtro e amarrou-se com fio de lã previamente desengordurado. Transferiu-se o papel de filtro amarrado para o aparelho extrator tipo *Soxhlet* que foi acoplado ao balão de fundo chato. Adicionou-se éter de petróleo em quantidade suficiente para um *Soxhlet* e meio. Adaptou-se a um refrigerador de bolas, mantendo sob aquecimento em chapa elétrica. A extração foi contínua por 16 horas (duas a três gotas por segundo). Retirou-se o papel de filtro amarrado, destilou-se o éter e transferiu-se o

balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105 °C, resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente (AOAC, 1995). As análises foram realizadas em triplicata.

Cinzas

Pesou-se 5 g de cada amostra (preparados, bolos triturados) em uma cápsula previamente tarada e incinerou-se na mufla a 550 °C (por 5 horas). Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. A quantidade de cinzas foi calculada como sendo a diferença entre a massa do cadinho com as cinzas (final) e o peso do cadinho (inicial) (AOAC, 1995). As análises foram realizadas em triplicata.

Carboidratos Totais

Realizou-se para todas as amostras de preparados e bolos segundo a Resolução – RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA, 2003). A determinação de carboidratos é realizada por diferença, isto é, a fração de carboidratos corresponde a 100 menos a somatória das frações protéica, lipídica, cinzas, umidade e fibra. Neste trabalho os cálculos foram efetuados sem o teor de fibras.

$$\% \text{ Carboidratos} = 100\% - (\% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídeos} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ umidade} + \% \text{ fibra})$$

Valor Calórico Total

Realizou-se para todas as amostras de preparados e bolos segundo a Resolução – RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA, 2003); a quantidade do valor energético foi calculada utilizando-se os seguintes fatores de conversão:

- Carboidratos (exceto polióis) 4 kcal/g - 17 kJ/g;
- Proteínas 4 kcal/g - 17 kJ/g;
- Gorduras 9 kcal/g - 37 kJ/g;
- Polióis 2, 4 kcal/g -10 kJ/g;
- Polidextroses 1 kcal/g - 4 kJ/g.

$$\text{Valor Calórico Total} = \% \text{ proteínas} * 4 \text{ kcal} + \% \text{ lipídeos} * 9 \text{ kcal} + \text{carboidratos} * 4 \text{ kcal} + \text{polióis} * 2,4 \text{ kcal} + \text{polidextrose} * 1 \text{ kcal}$$

❖ **Preparados para recheios**

pH

Pesou-se 10 g da amostra, em triplicata, a quantidade foi transferida para um *Erlenmeyer* de 250 mL, adicionando-se 100 mL de água destilada, agitando-se constantemente até dissolver a amostra e as partículas ficarem uniformemente suspensas. Imediatamente determinou-se com um pHmetro HD 8602 (*Delta Ohm*) (AOAC, 1995). As análises foram realizadas em triplicata.

Sólidos Solúveis Totais

A determinação do teor de sólidos solúveis totais foi feita com a amostra diretamente no refratômetro *Hand Refractometer-high-Contrast type 45-82%* marca *Shibuya Optical*, previamente calibrado com água. Expressos em °Brix. (AOAC, 1995). As análises foram realizadas em triplicata.

❖ **Bolos**

Atividade de água

Realizou-se esta análise no segundo dia de elaboração das amostras no equipamento Higrômetro Decagon modelo CX-2 (USA) (AQUALAB, s/d.), à temperatura constante ($25,0 \pm 0,3$ °C), com amostra suficiente para cobrir a placa de análise. As análises foram realizadas em triplicata.

Cor

Os bolos foram fatiados com uma faca de aço, uma espessura de 2,5 cm, escolhendo-se as fatias centrais de cada bolo (cor do miolo) e quadrados da crosta do bolo (cor da crosta), foram avaliadas utilizando-se o espectrofotômetro HunterLab, modelo UltraScamTMXE e sistema CIELAB, com ângulo do observador de 10° e iluminante D65, 420 nm (Figura 13). Ajustado para a refletância. Após calibração com padrão (placas de cerâmica branca e verde), utilizou-se o *Universal Software 4.10* (Universal Inc., USA). Cada fatia da amostra foi colocada na parte

central voltada para abertura de 1". Para a crosta, tomou-se um quadro de 5 cm x 5 cm da parte superior mais homogênea do bolo. Os valores de CIE L*, a*, b* foram registrados em análise efetuada no mínimo em triplicata (ESTELLER; ZANCANARO JÚNIOR; LANNES, 2006).

Figura 13 - Espectrofotômetro HunterLab, modelo UltraScanTMXE (HUNTER-LAB).

Determinações Físicas

❖ Preparados

Reologia

As formulações foram testadas a 23 °C no Reômetro *MARS Haake* (Figura 14), sistema cone-placa C35/1 Ti polido, seguindo-se uma rotina de três etapas onde se avaliaram a tensão controlada em teste oscilatório (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).

Figura 14 - Reômetro *MARS Haake*.

❖ **Bolos**

Volume

O volume específico dos bolos foi determinado considerando-se a média aritmética dos resultados obtidos de seis determinações. Foi utilizado o método de semente de painço, substituindo-se as sementes por micro esferas de polietileno, um copo de vidro liso e transparente com dimensões de 7,5 cm de altura x 7,5 cm de diâmetro. Em seguida, parte delas foi substituída pela amostra e o volume completado até a borda e nivelamento com auxílio de régua plástica. As esferas remanescentes, correspondendo ao volume do bolo, foram colocadas em cilindro graduado expressando-se o resultado em mL/g, a massa do bolo foi determinada em balança analítica (EL-DASH; CAMARGO; MANCILLA, 1982; ESTELLER; ZANCANARO JÚNIOR; LANNES, 2006; AACC, 2000). As análises foram realizadas no mínimo em triplicata.

Textura

As análises foram realizadas no 2º dia de armazenamento com seis fatias (25 mm) de cada amostra tomando-se os valores médios para cada parâmetro. Foi utilizado o texturômetro (TA-XT2 *Texture Analyser* - *Stable Micro Systems*, Inglaterra) (Figura 15), análise de dupla compressão, *probe* cilíndrico 25 mm perspex P/25P, velocidade pré-teste 1,0 mm/s; velocidade do teste 1,7 mm/s; velocidade pós-teste 10,0 mm/s, distância 6,2 mm, força 10 g, aquisição de dados 200 pontos por segundo (PPS). Os dados foram coletados através do programa “*Texture Expert for Windows*”-versão 1.20 (*Stable Micro Systems*). Parâmetros avaliados: Firmeza (gf), coesividade (Adimensional), mastigabilidade (gf), elasticidade (Adimensional), adesividade (gf) e resiliência (ESTELLER; ZANCANARO JÚNIOR; LANNES, 2006).

Figura 15 - Texturômetro (TA-XT2 *Texture Analyser* - *Stable Micro Systems*, Inglaterra).

4. ESTATÍSTICA

Na análise estatística realizou-se a média e desvio padrão para todas as análises. No entanto em algumas avaliações utilizou-se o pacote estatístico *Statistica* versão 8 onde foram tratados os resultados por meio da análise de variância (ANOVA) e posteriormente pelo teste de comparação de médias - *Tukey*, com nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 *Preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação*

Desenvolveram-se diferentes formulações de preparados para recheios, que são produtos cujas finalidades são a de serem usados diretamente como recheios de produtos para confeitaria, como chocolates e bombons, ou em produtos para panificação, como bolos; ainda podem ser usados em combinação com outras bases: gordurosas (chocolates, creme de leite, por exemplo) ou açucaradas (*fondant*, leite açucarado, por exemplo) fornecendo novas opções de formulações. Observaram-se as tendências demonstradas pelos consumidores registradas nas últimas décadas, relacionadas, principalmente, com a aparência física e problemas de saúde (doença cardíaca, câncer, diabetes, aterosclerose, doença celíaca). As formulações ainda podem ser comercializadas em recipientes próprios, prontas para consumo. Indica-se para uso industrial ou caseiro.

A procura por alimentos fortificados com pouca ou nenhuma quantidade de gordura leva a desenvolver produtos que ofereçam estes benefícios, objetivando, em algumas delas, o direcionamento a dietas. O desafio para formular estes tipos de produtos envolve a substituição de ingredientes que são associados a funções específicas no produto.

As seis formulações desenvolvidas (Tabela 1) tiveram como base de preparo a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) devido às propriedades nutricionais deste pseudocereal, em combinação com suco de laranja (que se prestou também como corante e aromatizante), colágeno hidrolisado e ácido cítrico.

As formulações 1A e 2A contêm sacarose sendo estas indicadas como formulações padrão. Utilizou-se a sacarose nestas formulações pela interação com outros ingredientes e como agente de dulçor, mascarar sabores, influenciar no ponto de gelatinização do amido (HELSTAD, 2006).

A diferença da composição das formulações 1B e 2B com relação às outras é a substituição da sacarose por açúcar invertido e xarope de alta frutose. Tal substituição foi aplicada pelas características do açúcar invertido em produtos de

confeitaria evitando a cristalização e redução da umidade (BUREY et al., 2009). Xarope de alta frutose além de possuir as mesmas propriedades apresenta atributos especiais como solubilidade, maior poder dulçor que o açúcar invertido e natureza não cristalina (JOHNSON; PADMAJA; MOORTHY, 2009).

Nas formulações 1C e 2C utilizou-se sucralose em substituição da sacarose, açúcar invertido e xarope de alta frutose, por apresentar características altamente estáveis a altas temperaturas em meio ácido e não interagir quimicamente com outros ingredientes, além de manter o sabor em aproximadamente 99% por mais de um ano em armazenamento (RODERO; RODERO; AZOUBEL, 2009).

As formulações 1A, 1B, 1C diferenciam-se das 2A, 2B, 2C, respectivamente, pela utilização do hidrocolóide, já que nas três primeiras utilizou-se goma xantana como agente espessante e por apresentar características destacáveis como solubilidade em água fria (DE CASTRO, 2003). Nas formulações 2A, 2B e 2C utilizou-se a *N*-succinil-quitosana como um novo ingrediente para uso em recheios, com características particulares.

Teores de umidade, proteína, lipídeos, cinzas, carboidratos, Valor Calórico Total

Os valores médios da composição centesimal das diferentes amostras de preparados para recheios em produtos de confeitaria e panificação apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão da composição centesimal e do valor calórico total dos preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.

Amostra	Umidade $\pm\delta$ (%)	Proteína $\pm\delta$ (%)	Lípídeos $\pm\delta$ (%)	Cinzas $\pm\delta$ (%)	CHO ¹ $\pm\delta$ (%)	VCT $\pm\delta$ (%)
1A	44,97 $\pm$ 0,59 ^b	3,08 $\pm$ 0,03 ^b	0,58 $\pm$ 0,02 ^d	0,43 $\pm$ 0,01 ^a	50,94 $\pm$ 0,62 ^e	221,27 $\pm$ 2,27 ^e
1B	52,29 $\pm$ 0,50 ^d	3,46 $\pm$ 0,03 ^c	0,26 $\pm$ 0,02 ^b	0,42 $\pm$ 0,01 ^a	43,56 $\pm$ 0,55 ^c	190,44 $\pm$ 1,93 ^c
1C	73,46 $\pm$ 0,15 ^f	4,11 $\pm$ 0,01 ^a	1,48 $\pm$ 0,02 ^f	0,58 $\pm$ 0,01 ^b	20,37 $\pm$ 0,19 ^a	111,24 $\pm$ 0,54 ^a
2A	41,68 $\pm$ 0,45 ^a	3,56 $\pm$ 0,03 ^d	0,53 $\pm$ 0,02 ^c	0,42 $\pm$ 0,02 ^a	53,82 $\pm$ 0,51 ^f	234,24 $\pm$ 1,80 ^f
2B	48,32 $\pm$ 0,83 ^c	4,11 $\pm$ 0,04 ^a	0,17 $\pm$ 0,01 ^a	0,41 $\pm$ 0,01 ^a	46,99 $\pm$ 0,87 ^d	205,89 $\pm$ 3,37 ^d
2C	69,66 $\pm$ 0,29 ^e	5,02 $\pm$ 0,01 ^e	1,40 $\pm$ 0,01 ^e	0,57 $\pm$ 0,03 ^b	23,35 $\pm$ 0,24 ^b	126,09 $\pm$ 1,17 ^b

n: 3

δ : desvio padrão.

Todas as formulações contem quinoa + suco de laranja + colágeno hidrolisado + ácido cítrico, com as variações **1A** (goma xantana + sacarose), **1B** (goma xantana + xarope de frutose + açúcar invertido) e **1C** (goma xantana + sucralose); **2A** (*N*-succinil-quitosana + sacarose), **2B** (*N*-succinil-quitosana + xarope de frutose + açúcar invertido), **2C** (*N*-succinil-quitosana + sucralose).

Carboidratos (CHO)¹: calculado por diferença sem fibra;

VCT: Valor Calórico Total

* Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Nos dados apresentados na Tabela 3 o teor de umidade das diferentes amostras de preparados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), com valores que variaram entre 41-73 %, sendo os maiores valores para as amostras que contem sucralose e valores menores para as amostras que contem sacarose. As amostras 1C e 2C apresentaram maior quantidade de umidade, também devido ao teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) mais baixo. A umidade representa a água contida no alimento e sua quantidade esta relacionada com a estabilidade, qualidade e composição afetando na estocagem dos alimentos, maior quantidade de umidade ocasionaria a deterioração mais rapidamente (CECCHI, 2003).

Quanto aos resultados obtidos do teor de proteína, as amostras 1C e 2B não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), sendo que as amostras 1A, 1B, 2A e 2C apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre elas. Observa-se que os preparados com *N*-succinil-quitosana apresentaram conteúdo protéico maior que as amostras com goma xantana, também devido ao teor de nitrogênio detectado pelo tipo de análise de proteína efetuado. As amostras com sucralose apresentaram

maiores valores em relação às demais por conter em sua composição maior quantidade de quinoa.

Segundo Schumacher (2008), na adição de 20 % de quinoa à chocolate previamente derretido e temperado, obteve-se como resultado aumento de 36,80% do teor protéico quando comparado com o chocolate padrão, com elevação de todos os aminoácidos essenciais.

Os resultados obtidos para os lipídeos variaram de 0,53 a 1,48 %, onde as quantidades menores são para as formulações com sacarose e maiores para as formulações com sucralose, apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$) entre todas as amostras. O acréscimo ao valor de lipídeos nas amostras 1C e 2C pode ser devido ao maior conteúdo de quinoa na sua formulação.

Carboidratos variaram entre 20,37 - 53,82 % sendo os menores valores para as amostras que em sua composição contem sucralose e maiores valores para as amostras com sacarose, açúcar invertido e xarope de alta frutose. As seis formulações apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre elas.

O conteúdo de cinzas das amostras 1C e 2C em relação aos valores das amostras 1A, 1B, 2A, 2B apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Nas amostras sem sacarose observa-se este aumento já que suas formulações contem maior quantidade de quinoa em relação às outras formulações.

O Valor Calórico Total (VCT) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. Destaca-se que se obteve redução de aproximadamente 50% da formulação 1C para 2C (sucralose); das formulações 1B e 2B (xarope de alta frutose e açúcar invertido) obteve-se uma redução de 15% em relação ao padrão (sacarose).

As amostras 1C e 2C estariam inseridas na classificação de alimentos dietéticos, que são aqueles especialmente formulados e/ou padronizados de forma que sua composição atenda às necessidades dietoterápicas especiais de pessoas com exigências físicas, metabólicas, fisiológicas e/ou patológicas particulares, por proporcionar a ausência da sacarose, apresentando-se como um produto *diet*. Além disso, também se apresentam como um alimento *light* por conter uma redução mínima de 25% de calorias (ANVISA, 1998a).

Nas Tabelas 4 e 5 encontram-se os valores de informação nutricional para construção da Rotulagem Nutricional dos preparados para recheios, segundo legislação vigente (ANVISA, 2003; ANVISA, 2005b). A quantidade utilizada para cálculo foi de 10 g, estimando-se um consumo mínimo.

Tabela 4 - Informação de Composição para uso em Rotulagem Nutricional das formulações de preparados para recheios com goma xantana.

Informação para uso em Rotulagem Nutricional Porção: 10 g Quantidade por porção						
	1A	%VD*	1B	%VD*	1C	%VD*
Valor Calórico Total	22 kcal ou 92 kJ	1	19 kcal ou 81 kJ	1	10 kcal ou 43 kJ	0,5
Carboidratos	5,09 g	1,7	4,36 g	1,5	2,04 g	0,7
Proteínas	0,31 g	0,4	0,35 g	0,5	0,41 g	0,5
Gorduras totais	0,04 g	0,1	0,04 g	0,1	0,06 g	0,1

(*)% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Tabela 5 - Informação de Composição para uso em Rotulagem Nutricional das formulações de preparados para recheios com *N*-succinil quitosana hidrogel.

Informação para uso em Rotulagem Nutricional Porção: 10 g Quantidade por porção						
	2A	%VD*	2B	%VD*	2C	%VD*
Valor Calórico Total	23 kcal ou 98 kJ	1	21 kcal ou 86 kJ	1	13 kcal ou 53 kJ	0,6
Carboidratos	5,38 g	1,8	4,70	1,6	2,34 g	0,8
Proteínas	0,36 g	0,5	0,41	0,5	0,50 g	0,7
Gorduras totais	0,05 g	0,1	0,02	0,0	0,14 g	0,3

(*)% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

O preparado para recheio é considerado um alimento não essencial, que não tem necessariamente o objetivo de fornecer nutrientes essenciais, classificado no Grupo 8 (Açúcares, balas, chocolates, salgadinhos) da Pirâmide dos Alimentos, com

sugestão de até 2 porções diárias, com 80 kcal cada, para uma dieta de 2530 kcal por dia (ANVISA, 2003).

Sólidos Solúveis Totais e pH

Os resultados das médias da análise de sólidos solúveis totais, expressos em °Brix, e de pH das diferentes amostras de preparados para recheios encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão das análises de sólidos solúveis totais e de pH dos preparados para uso em recheios de produtos de confeitaria e panificação.

Amostra	Sólidos Solúveis Totais (°Brix) $\pm\delta$	pH $\pm\delta$
1A	62,5 $\pm$ 0,5 ^b	3,64 $\pm$ 0,02
1B	53,5 $\pm$ 0,5 ^c	3,72 $\pm$ 0,01
1C	40,5 $\pm$ 0,5 ^a	3,67 $\pm$ 0,01
2A	62,5 $\pm$ 0,5 ^b	3,55 $\pm$ 0,01
2B	55,5 $\pm$ 0,5 ^d	3,66 $\pm$ 0,02
2C	41,5 $\pm$ 0,5 ^a	3,62 $\pm$ 0,01

n: 3

δ : desvio padrão.

Todas as formulações contêm quinoa + suco de laranja + colágeno hidrolisado + ácido cítrico, com as variações **1A** (goma xantana + sacarose), **1B** (goma xantana + xarope de frutose + açúcar invertido) e **1C** (goma xantana + sucralose); **2A** (N-succinil-quitosana + sacarose), **2B** (N-succinil-quitosana + xarope de frutose + açúcar invertido), **2C** (N-succinil-quitosana + sucralose).

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Os produtos *light/diet* (1C e 2C) preparados com substituição de sacarose apresentaram-se com redução de sólidos solúveis totais, não sendo diferentes significativamente entre si ($p>0,05$). Os resultados foram maiores para as amostras com sacarose em sua formulação (1A e 2A). As formulações 1B e 2B mostraram-se diferentes significativamente ($p<0,05$) entre si e entre as outras amostras.

Reologia Oscilatória e Rotacional

Na Figura 16 observam-se as curvas obtidas nas determinações reológicas das diferentes amostras, com ensaios de tixotropia a partir do teste oscilatório conjugado com teste rotacional em taxa de deformação e tensão controlada.

(1) Análises em duplicata.

Figura 16 - Etapas de avaliação das amostras com ensaios de tixotropia em ensaio oscilatório conjugado com teste rotacional em taxa de deformação e tensão controlada.

Poucas diferenças foram encontradas entre os comportamentos dos recheios com goma xantana (1A, 1B, 1C) e com *N*-succinil-quitosana (2A, 2B, 2C).

Apesar de todas as amostras apresentarem recuperação do sistema, as formulações com *N*-succinil-quitosana mostraram-se um pouco melhor.

Em relação ao comportamento reológico dos preparados feitos com sacarose poucas diferenças foram encontradas, no entanto para as amostras com sucralose a recuperação foi menor para a amostra com *N*-succinil-quitosana, isto pode ser devido ao decréscimo da viscosidade. A maior viscosidade foi encontrada para a amostra 2A e as menores para as amostras 2C e 1C, respectivamente.

Segundo Silva Junior (2008) o gel de *N*-succinil-quitosana exibe grande estabilidade, com predominância de resposta elástica ($G' > G''$) até próximo de 300

P_a , não sofre alterações em diferentes frequências de oscilação e o módulo elástico é sempre superior ao viscoso.

5.2 Bolos

5.2.1. Formulação com variação no tipo de gordura

Inicialmente foram testados cinco tipos de gorduras (gorduras vegetais e margarinas) na formulação B para escolha do melhor tipo de gordura a ser utilizada em todas as formulações. Isto se deveu à grande opção que o mercado oferece à indústria de panificação, bem como obter um entendimento da ação da gordura em formulação de bolo.

Bolo é um produto assado formado por uma emulsão complexa de ingredientes que o compõe, baseado num processo de mistura onde bolhas de ar minúsculas ficam presas na massa por meio das proteínas ativas provenientes do ovo, farinha e demais ingredientes (com composição protéica) formando um filme protetor em torno das bolhas de ar impedindo sua coalescência (KOCER et al., 2007; CAUVAIN, 2009).

As gorduras são um dos ingredientes principais na estrutura do bolo devido que, além de estabilizar as bolhas de ar (propriedade exercida da fração cristalina da gordura), outorgar outras características como maciez, estabilidade, favorecendo as características sensoriais ao produto (KOCER et al., 2007).

Para determinar o papel da gordura em formulações é necessário primeiro ter conhecimento da definição gordura. Em panificação este é geralmente o termo dado a um material que é uma mistura de óleos (líquidos) e gorduras (sólidas), obtido a partir de fontes diferentes, geralmente de origem vegetal.

As partes básicas das gorduras são os ácidos graxos, que podem vir livres ou fazendo parte dos gliceróis (mono, di e triacilgliceróis). Todos os óleos e gorduras naturais são misturas de gliceróis e as propriedades das gorduras e óleos individuais dependem da quantidade e distribuição desses que podem estar presentes.

Assim, a constituição química da gordura é de grande importância. O ponto de fusão, bem como o conteúdo de gordura sólida e características de textura, como consistência, são características físicas cujo conhecimento é necessário.

O desafio para os produtores de gorduras é de oferecer tais produtos com o menor teor possível de ácidos graxos saturados e *trans* com desempenho satisfatório no produto final, que possuam características de resistência ao aquecimento prolongado e à oxidação (DESENVOLVENDO..., 2008).

Volume Específico

Na Tabela 7 apresentam-se os valores da determinação do volume específico da formulação B produzida com as diversas variações dos tipos de gorduras e margarinas.

Tabela 7 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão da análise do volume específico dos bolos da formulação B produzidos com as variações de gorduras e margarinas.

Gorduras e margarinas (amostra B)	Volume Específico (cm ³ /g) $\pm\delta$
PROPAN 44	2,62 $\pm$ 0,05 ^c
PROPAN 00 <i>LT</i>	2,48 $\pm$ 0,05 ^{b,c}
Pró bisc 80	2,38 $\pm$ 0,19 ^{a,b}
Pró bisc 80 <i>LT</i>	2,28 $\pm$ 0,14 ^{a,b}
Pró bisc 80 <i>LTS</i>	2,26 $\pm$ 0,01 ^a

n: 3

δ : desvio padrão.

Gordura: PROPAN 44, PROPAN 00 *Low Trans*; **Margarina:** Pró bisc 80, Pró bisc 80 *Low Trans*, Pró bisc 80 *Low Trans Sat*,

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O bolo elaborado com gordura hidrogenada PROPAN 44 apresentou melhor desempenho (maior volume) em relação às demais amostras. O bolo elaborado com margarina Pró bisc 80 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação às demais amostras (PROPAN 00 *LT*, Pró bisc 80 *LT*, Pró bisc 80 *LTS*).

O melhor desempenho da gordura hidrogenada PROPAN 44 pode ser devido à estrutura cristalina que apresenta (β'). Contudo, observa-se que a diferença entre os valores encontrados para as diferentes amostras testadas não foi grande, não havendo diferenças significativas entre as amostras elaboradas com as margarinas, bem como entre as gorduras, e entre a margarina elaborada com gordura hidrogenada com as gorduras.

As gorduras sólidas podem existir em diferentes formas cristalinas (α , β' , β) em função de seu histórico de temperatura na produção e utilização. O tamanho e

forma dos cristais de gordura também afeta a sua funcionalidade. Pequenos cristais têm maior área de superfície em relação aos grandes e por isso são capazes de reter grandes quantidades de óleo líquido dentro da matriz cristalina. Gorduras contendo pequenos cristais são mais eficazes na produção de bolos com maior volume que aqueles que contem cristais maiores (BROOKER, 1996; CAUVIAN; YOUNG, 2001).

A principal função da gordura na produção de bolos é ajudar com a incorporação de ar na massa durante a mistura. Também afeta o tamanho da bolha de ar na massa e a estabilidade da bolha durante, antes e durante os primeiros estágios de cozimento. Massas de bolos são essencialmente uma “espuma”, que é um sistema em que as bolhas de ar são presas e mantidas em uma fase aquosa. Sistemas de espuma são caracterizados pelo fato de que todas as bolhas de ar são separadas entre si por uma fina película de estabilizante. Durante o cozimento as mudanças de espuma para uma esponja, que é um sistema no qual todas as células de ar estão interligadas e vapores e líquidos podem mover-se através da matriz. A formulação tem papel importante na formação da esponja e suas propriedades (CAUVIAN; YOUNG, 2001).

A película protetora que se forma ao redor das bolhas de gás pode vir de diversas fontes. A gordura pode contribuir para as películas protetoras na constituição de espuma da massa (TELLOKE, 1984; CAUVIAN; YOUNG, 2001).

A forma cristalina da porção sólida da gordura é importante para determinar a funcionalidade da gordura em bolos. Quando a temperatura aumenta no forno, a gordura sólida se transforma em óleo líquido e a flutuação natural das bolhas de ar faz com que essas tentem se mover para cima e escape. Quanto mais tempo as bolhas são mantidas na massa do bolo, maior o volume significa que a gordura deve ter um alto ponto de fusão. No entanto, dispersão dos cristais de gordura sólida é importante se forem para ser eficaz e uma parte de óleo líquido é necessária para adquirir pronta dispersão (TELLOKE, 1984; CAUVIAN; YOUNG, 2001).

Cor

A cor é um dos atributos principais da aparência na maioria dos produtos alimentícios. A importância de sua determinação pode ser a padronização do produto.

Figura 17 - Bolo formulado com as variações do tipo de gordura e margarinas.

Figura 18 – Fatias dos bolos formulados com as variações do tipo de gorduras e margarinas.

Na Tabela 8 apresentam-se os valores de luminosidade (L^*), e de coordenadas cromáticas (a^* , b^*) para os bolos elaborados.

Conforme visualizado (Figura 17), o bolo elaborado com margarina Pró Bisc 80 LTS apresenta coloração da crosta diferenciada em relação às outras amostras, contudo a coloração do miolo (Figura 18) não apresenta diferença significativa com a amostra preparada com a gordura PROPAN 00 LT. Pode-se sugerir que a coloração mais clara da crosta pode ter ocorrido devido à migração de cristais de gordura de baixo ponto de fusão para a superfície, devido à formulação da margarina que é livre de ácidos graxos *trans* e pobre em saturados, que geralmente apresentam maior ponto de fusão.

Tabela 8 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão dos parâmetros da análise de cor dos miolos dos bolos da formulação B produzidos com as variações de gorduras e margarinas.

Gorduras e margarinas (amostra B)	L^* $\pm\delta$	a^* $\pm\delta$	b^* $\pm\delta$
PROPAN 44	22,00 $\pm$ 0,89 ^a	13,51 $\pm$ 0,23 ^d	18,30 $\pm$ 0,10 ^d
PROPAN 00 LT	19,91 $\pm$ 0,43 ^b	11,49 $\pm$ 0,02 ^a	14,32 $\pm$ 0,18 ^a
Pró bisc 80	23,11 $\pm$ 0,53 ^c	12,66 $\pm$ 0,23 ^c	16,99 $\pm$ 0,35 ^c
Pró bisc 80 LT	21,66 $\pm$ 0,22 ^a	12,01 $\pm$ 0,21 ^b	15,63 $\pm$ 0,69 ^b
Pró bisc 80 LTS	20,98 $\pm$ 0,70 ^{a,b}	11,60 $\pm$ 0,33 ^a	14,55 $\pm$ 0,64 ^a

n: 4

δ : desvio padrão.

Gordura: PROPAN 44, PROPAN 00 *Low Trans*; **Margarina:** Pró bisc 80, Pró bisc 80 *Low Trans*, Pró bisc 80 *Low Trans Sat*,

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os menores valores de luminosidade (L^*) dos miolos do bolo apresentaram as formulações elaboradas com gordura PROPAN 00 LT e margarina Pró bisc 80 LTS, não apresentando diferença significativa entre si ($p > 0,05$).

Amostras com valores do parâmetro de luminosidade (L^*) inferiores a 50 indicam menor reflectância da luz numa escala de 0 a 100, sendo o caso das amostras avaliadas. Esteller; Zancanaro Jr e Lannes (2006) encontraram que bolos com valores de L^* mais altos indicam maior refletância da luz, traduzindo-se pobre

em ingredientes com coloração clara, fermento químico inadequado, temperatura e tempo inadequados de cocção.

Para melhor visualização na Figura 19 apresenta-se o diagrama de coordenadas cromáticas a^* , b^* com variação da cor do miolo dos bolos elaborados com os diferentes tipos de gorduras e margarinas. Observa-se que os resultados das coordenadas cromáticas a^* , b^* situam-se nas regiões entre vermelho e amarelo, apresentando valores positivos para estas coordenadas. No entanto visualiza-se que o bolo elaborado com PROPAN 00 LT e Pró bisc LTS apresentaram um desvio aproximado de 2° na cor, em relação à gordura PROPAN 44 e margarina Pró Bisc 80 ao cromático b^* .

Figura 19 - Localização no plano de coordenadas cromáticas a^* b^* do miolo do bolo elaborado com as variações de gordura: PROPAN 44, PROPAN 00 *Low Trans*; Margarina: Pró Bisc 80, Pró Bisc 80 *Low Trans*, Pró Bisc 80 *Low Trans Sat*.

Desta forma os resultados concordam com Silva et al. (2009) e Padilha et al. (2010) que indicam que valores positivos das coordenadas cromáticas a^* e b^* resultam na coloração marrom que é característica em produtos elaborados com chocolate (ESTELLER; ZANCANARO; LANNES, 2006).

Textura

A textura é uma propriedade que engloba um conjunto de características físicas que refletem o nível da apreciação sensorial do produto, que derivam da

estrutura, que por sua vez reflete a composição química do produto. Avaliaram-se os parâmetros discutidos a seguir.

❖ **Firmeza**

Os resultados da firmeza do bolo produzidos com diferentes gorduras e margarinas, referentes ao segundo dia de armazenamento, apresentam-se na Figura 20.

O valor da firmeza é a força máxima de compressão, obtida no primeiro pico do gráfico de compressão. A dureza não precisa ocorrer no momento da mais profunda compressão, embora normalmente ocorra para a maioria dos produtos.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 20 - Comparação dos valores de firmeza dos bolos com as diferentes variações de gorduras e margarinas.

Amostras produzidas com a gordura PROPAN 44 apresentaram menor valor de firmeza em relação às demais amostras. No entanto os bolos elaborados com a gordura PROPAN 00 LT e com a margarina Pró bisc 80 LTS não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre elas. Estas últimas gorduras apresentam menor conteúdo de gordura sólida a 10 °C e, como as outras, teores muito baixos ou nenhum (PROPAN LT) a 33,3 °C e 37,8 °C ou 45 °C. A gordura PROPAN 44 (39 °C) apresenta ponto de gotejamento (fusão) próximo ao da Pró bisc 80 LTS (40 °C), observando-se que este não interfere no parâmetro de firmeza.

A gordura que apresenta em sua constituição menor conteúdo de gordura sólida em temperaturas mais elevadas pode ser comparada com o uso de óleo durante o forneamento. Segundo Gomez et al. (2008) bolos elaborados com óleo são, mais macios e apresentam maior umidade do que aqueles elaborados com gordura, no entanto a estrutura do miolo é menos homogênea.

Sowmya et al. (2009) avaliaram a substituição da gordura por óleo de gergelim obtendo como resultado da análise de textura para o parâmetro firmeza que os bolos elaborados com 50% de gordura, 50% de óleo de gergelim e goma xantana acrescentaram diferenças significativas deste parâmetro, no entanto quando utilizou-se 0,5 g de Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) em substituição da goma xantana este parâmetro diminuiu, indicando que a adição de HPMC é benéfica para melhorar a textura do bolo com 50% de óleo de gergelim.

Matsakidou, Blekas e Paraskevopoulou (2010), avaliaram a substituição da margarina por azeite de oliva extra virgem e a mistura entre eles, dando como resultados maiores valores de firmeza e coesividade para as formulações que apresentaram tais substituições.

❖ ***Elasticidade***

Elasticidade é como o produto retorna a posição inicial após ter sofrido deformações (SZCZESNIAK, 2002).

Os resultados de elasticidade nos bolos com as diferentes variações de gorduras e margarinas, avaliadas no segundo dia de armazenamento, apresentam-se na Figura 21.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 21 - Comparação dos valores de elasticidade nos bolos com as diferentes variações de gorduras e margarinas.

O bolo elaborado com gordura hidrogenada PROPAN 44 apresentou menor valor de elasticidade em relação às demais amostras, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) com a amostra Pró bisc 80.

As amostras elaboradas com PROPAN 00 LT e Pró bisc 80 não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre elas, assim como também as amostras Pró bisc 80 LT e Pró bisc 80 LTS.

O parâmetro elasticidade em bolos está bastante relacionado à estrutura formada pelas proteínas presentes. Neste estudo o uso das margarinas auxiliou na promoção de massas com maior elasticidade. O perfil dos resultados encontrados em geral é semelhante aos resultados de firmeza e de mastigabilidade.

❖ **Coesividade**

Coesividade é a força das ligações internas ou grau de deformação da amostra antes da ruptura (SZCZESNIAK, 2002).

Os valores de coesividade obtidos nas análises dos bolos obtidos no segundo dia de armazenamento com variações de gorduras e margarinas apresentam-se na Figura 22.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 22 - Comparação dos valores de coesividade no bolo com as diferentes variações de gorduras e margarinas.

Observa-se que o bolo elaborado com a gordura PROPAN 00 LT obteve maior valor do parâmetro coesividade com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais amostras. Esta gordura apresenta conteúdo de gordura sólida bem mais baixo que as demais à temperatura de 10 °C, sugerindo-se tal interferência. Os bolos elaborados com gordura PROPAN 44 e margarinas Pró bisc 80, Pró bisc 80 LTS não apresentaram diferenças significativas ($p \geq 0,05$) entre si tal como os bolos Pró bisc 80 e Pró bisc 80 LT.

❖ **Mastigabilidade**

Os resultados do parâmetro mastigabilidade nos bolos, avaliados no segundo dia de armazenamento, com as diferentes variações de gorduras e margarinas apresentam-se na Figura 23.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 23 - Comparação dos valores de mastigabilidade no bolo com as diferentes variações de gorduras e margarinas.

O bolo elaborado com gordura hidrogenada (PROPAN 44) apresentou menor valor e o bolo elaborado com margarina Pró bisc LTS maior valor apresentando-se com diferença significativa. Os bolos elaborados com gordura PROPAN 00 LT não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) em relação às margarinas Pró bisc 80 e Pró bisc 80 LT.

A mastigabilidade somente se aplica a produtos sólidos e está relacionada com a gomosidade e com a elasticidade, sendo o perfil dos resultados encontrados aqui é semelhante ao perfil de resultados da elasticidade e da firmeza.

❖ **Resiliência**

Os resultados da resiliência nos bolos com variações de gorduras e margarinas, avaliados para o segundo dia de armazenamento, apresentam-se na Figura 24. Observa-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras, observando-se ainda que nos resultados da elasticidade, parâmetro relacionado com a resiliência, apenas uma amostra apresentou diferença significativa das outras.

Resiliência é a forma como um produto "luta para reconquistar a sua posição original". Pode-se pensar nisso como elasticidade instantânea, já que a resistência é

medida sobre a retirada da primeira penetração, antes do período de espera ser iniciado.

*Índices iguais, na mesma coluna, indicam que não existe diferença significativa pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Figura 24 - Comparação dos valores de resiliência no bolo com as diferentes variações de gorduras e margarinas.

Assim, a gordura *low trans* (PROPAN 00 LT) foi a escolhida para uso nas próximas formulações, sendo um produto com isenção de gordura *trans* e propriedades físicas de acordo com os objetivos do projeto: maior volume, maior firmeza, elasticidade e mastigabilidade médias, resiliência comparável à da gordura hidrogenada. Os parâmetros de cor dos miolos foram próximos.

5.2.2 Formulações A, B, C, D e P

A procura de produtos isentos de glúten vem aumentando nos últimos anos; a remoção do glúten apresenta desafios tecnológicos por ser esta uma proteína que possui propriedades de retenção de gás durante a fermentação e preservação dos níveis de umidade na massa (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Produtos elaborados a partir do trigo, como aqueles de panificação e massas alimentícias, são substituídos por produtos especialmente formulados. No entanto existem divergências entre e dentro dos países sobre os tipos de alimentos e grãos que deveriam ser permitidos em uma dieta livre de glúten, assim como a quantidade de glúten em um alimento designado como "sem glúten" deve ser autorizada a conter. Por esta razão a *Food and Drug Administration* (FDA) emitiu uma regulamentação definitiva em 2008, definindo o termo "sem glúten" para efeitos de rotulagem dos alimentos, indicando que um alimento pode ser rotulado desta forma, desde que o produto final apresente as seguintes características (THOMPSON; MÉNDEZ, 2008):

- Não conter trigo, cevada, centeio, ou variedades cruzadas destes grãos, como o triticale;
- Não conter ingredientes derivados de trigo, cevada, centeio e que não foram processados para remoção do glúten.

No Brasil, a legislação atual preconiza que "Todos os alimentos e bebidas embalados que contenham glúten, como trigo, aveia, cevada, malte e centeio e/ou seus derivados, devem conter, no rótulo, obrigatoriamente, com a declaração que CONTEHAM GLÚTEN OU NÃO CONTEHAM GLÚTEN (ANVISA, 2002; ANVISA, 2003a).

Entre os produtos de panificação que contem glúten encontram-se os bolos que são produtos aerados quimicamente com formulações que variam em todo o mundo (ORITZ, 2004); o termo bolo refere-se a produtos a base de farinha de trigo, açúcar, ovos, gorduras ou óleos e líquidos (GALLAGHER, 2008).

A substituição da farinha de trigo por farinha de quinoa realizou-se devido à composição protéica da farinha de quinoa constituída de albuminas e globulinas (proteínas citoplasmáticas), que se caracterizam por formar géis e fornecer uma matriz estrutural e não conter proteínas de armazenamento (glutelinas e prolaminas)

(ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009). Estes tipos de proteínas caracterizam-se por formar géis e fornecer uma matriz estrutural para retenção de água, aromas, açúcares; ingredientes alimentares úteis na aplicação de alimentos e desenvolvimento de novos produtos, proporcionando uma nova dimensão à funcionalidade da proteína facilitando a ligação e aprisionamento da água (OSHODI; OGUNGBENLE; OLADIME, 1999).

A estrutura da massa do bolo tem formação do glúten menor que no pão, estando relacionada à interação dos demais ingredientes na formulação como açúcares e gorduras (GALLAGHER, 2008).

Outros componentes essenciais e aproveitáveis da farinha de quinoa são os carboidratos, encontrando-se majoritariamente na forma de amido, composto por dois tipos de polissacarídeos (amilose e amilopectina) (FAERGEMAND; KROG, 2006). A amilose com 12,1% apresenta-se numa quantidade menor que em raízes, cereais, tubérculos e leguminosas (YANGZHOU; STUTTGART, 1999); e com 88 a 95% de amilopectina (LINDEBOOM et al., 2005).

O açúcar adicionado às formulações, além de fornecer energia e doçura, diminuiu a água disponível durante o cozimento permite que as bolhas de ar se expandam e retarde a gelatinização do amido (INDRANI; RAO, 2008).

Adicionou-se ovo desidratado a fim de acrescentar valor nutricional e por desempenhar um papel multifuncional na formação da massa do bolo, atuando na formação da espuma, emulsificação, textura, ligação de água, cor e sabor (INDRANI; RAO, 2008).

A gordura *low trans* (PROPAN 00 LT) foi utilizada por ter sido escolhida a partir dos testes iniciais efetuados na formulação B (item 5.2.1.), sendo um produto com isenção de gordura *trans* e propriedades físicas de acordo com os objetivos do projeto: maior volume, maior firmeza, elasticidade e mastigabilidade médias, resiliência comparável à da gordura hidrogenada.

O emulsificante (DIMODAN-monodiglicerideo) foi utilizado na formulação dos bolos para controlar a desestabilização e interação entre gorduras, proteínas, carboidratos, ajudando na formação de espuma, emulsificação, estabilidade na massa, dispersão homogênea da gordura e maior tolerância às mudanças da formulação, bem como aumentar a vida de prateleira (FAERGEMAND; KROG, 2006).

O cacau em pó foi utilizado para atribuir cor e sabor ao produto, sendo sua característica como ingrediente funcional um fator a ser considerado.

Na formulação D houve a substituição da sacarose por lactitol (12,83%), *Litesse*[®] (polidextrose) (1,60%) e sucralose (0,04%). O lactitol apresenta características semelhantes à sacarose com uma solubilidade semelhante ao açúcar, apresentando estabilidade em condições ácidas, alcalinas e resistência a altas temperaturas (LIVESEY, 2003). O *Litesse*[®] (polidextrose) foi adicionado para diminuir o conteúdo calórico, agregar fibra e apresentar funcionalidade semelhante à sacarose em produtos de panificação retardando a gelatinização do amido (DANISCO, 2009). A sucralose apresenta características de estabilidade ao calor, acidez e não degradar sob condições de temperatura utilizadas em panificação.

A farinha de arroz foi utilizada em substituição à farinha de trigo e quinoa, por esta ser livre de glúten e apresentar entre suas características proteínas de maior valor biológico comparada ao trigo (KENNEDY; BURLINGAME, 2003) e outros constituintes em quantidades menores como lipídios, fósforo e oligoelementos. A proteína da farinha de arroz é composta também por proteínas de armazenamento que são classificadas em albuminas (proteínas hidrossolúveis), globulinas (proteínas solúveis), prolaminas (proteínas solúveis no álcool) (BAO; BERGMAN, 2004).

Avaliação físico-química

A composição centesimal, bem como o valor calórico das formulações dos bolos apresenta-se na Tabela 9.

Tabela 9 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão da composição centesimal e valor calórico total dos bolos formulados.

Amostras	Umidade $\pm\delta$ (%)	Proteína $\pm\delta$ (%)	Lipídeos $\pm\delta$ (%)	Cinzas $\pm\delta$ (%)	CHO ¹ $\pm\delta$ (%)	VCT ² (%)
P	31,58 $\pm$ 0,79 ^b	8,13 $\pm$ 0,82 ^a	21,70 $\pm$ 0,23 ^b	2,17 $\pm$ 0,03 ^c	36,42 $\pm$ 1,87 ^{a,b}	377,5*
A	32,31 $\pm$ 0,89 ^b	8,77 $\pm$ 0,08 ^a	19,94 $\pm$ 1,00 ^a	2,48 $\pm$ 0,01 ^a	36,50 $\pm$ 1,97 ^{a,b}	362,55*
B	28,86 $\pm$ 0,76 ^a	9,89 $\pm$ 0,13 ^b	19,97 $\pm$ 0,82 ^a	2,66 $\pm$ 0,05 ^b	38,62 $\pm$ 1,38 ^b	373,76*
C	34,93 $\pm$ 0,93 ^c	8,75 $\pm$ 0,15 ^a	17,95 $\pm$ 0,12 ^c	2,44 $\pm$ 0,03 ^a	35,94 $\pm$ 1,21 ^{a,b}	340,28*
D	29,75 $\pm$ 0,14 ^a	11,41 $\pm$ 0,34 ^c	21,43 $\pm$ 0,58 ^b	2,64 $\pm$ 0,04 ^b	34,77 $\pm$ 0,60 ^a	352,26*

n: 3

δ : desvio padrão.

Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Sucralose);

Carboidratos (CHO)¹: calculado por diferença sem fibra;

VCT²: Valor Calórico Total calculado segundo os fatores disponíveis na Resolução da ANVISA;

Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O valor do teor de umidade da formulação C apresenta diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao padrão e as demais formulações; já a formulação A não apresentou diferença significativa em relação ao padrão. A formulação B não diferiu significativamente com a formulação D ($p > 0,05$), sendo formulações apenas com farinha de quinoa, que possui uma capacidade de absorção de água de 147% (LORENZ; COULTER; JOHNSON, 1995). A farinha de arroz apresenta elevada capacidade de retenção de água (KUPPER, 2005). A formulação C (com 100% de farinha de arroz) apresentou o maior teor de umidade. Os valores de umidade (34,93 - 29,75 %) encontram-se próximos aos valores encontrados por Esteller; Zancanaro Júnior e Lannes, (2006), que observaram a proximidade dos valores encontrados àqueles dos bolos industrializados, próxima a 30%.

Com relação ao teor protéico, as formulações A e C não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação à formulação padrão. As formulações B e D contem maior conteúdo protéico, podendo-se atribuir à utilização de 100% de farinha de quinoa. Bolos disponíveis no mercado geralmente apresentam teor um pouco menor de proteína ($\pm 7,33\%$).

As formulações desenvolvidas com farinha de arroz não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para proteína com a formulação padrão (P). A farinha

de arroz é caracterizada pelo teor em aminoácidos essenciais extremamente variados como: teor em lisina bastante reduzido (4,95%), situando-se entre o trigo (3,1%) e soja (7,8%); contem entre 6% e 7% de proteína, mas não forma glúten (KUPPER, 2005).

O teor lipídico da formulação C apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com a formulação padrão (P) e com as outras formulações, também mostrou-se menor, equiparando-se ao valor do produto de mercado ($\pm 16,67\%$). A formulação D não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação ao padrão (P) e obteve valor maior de composição lipídica em relação às demais formulações, este acréscimo pode ter ocorrido, porque esta formulação contem farinha de quinoa (100%), que apresenta maior quantidade de lipídeos em relação aos demais cereais. A formulação A não diferiu estatisticamente da formulação B.

Para os resíduos de incineração (cinzas), as formulações B, D e A, C não tiveram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si, mas apresentaram maior teor com relação à formulação padrão. O maior teor de cinzas das formulações B e D pode dever-se ao conteúdo alto (100%) de farinha de quinoa, que se caracteriza por seus teores de cálcio, ferro, fósforo.

A composição em carboidratos para as diferentes amostras em relação ao padrão (P) não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). No entanto as formulações B e D apresentaram diferença entre si. Para produto de mercado similar ao padrão encontra-se teor de 50 % de carboidratos.

Não houve grande variação entre os Valores Calóricos Totais encontrados para as diferentes formulações. A formulação D é apresentada como um produto *diet* (ANVISA, 1998a), por apresentar supressão ou substituição de nutrientes, no caso dos sem glúten e sacarose. Produto de mercado similar ao padrão apresenta valor calórico também similar de 226,00 kcal por fatia de 60 g.

Utilizou-se Litesse (polidextrose), ingrediente anteriormente já utilizado por Ronda et al. (2005) como uma opção para o preparo de alimentos dietéticos com baixo conteúdo calórico e reduzido índice glicêmico, produzindo uma aceitabilidade similar aos bolos feitos com sacarose. Foi utilizada também por Baroni et al. (2003) no desenvolvimento de mistura em pó para bolo inglês *light* com frutas, onde obtiveram bons resultados quando substituíram 25% de açúcar refinado por

polidextrose, indicando que a utilização de polidextrose, como agente de volume e baixo teor calórico (1 kcal/g), permitiu as reduções em energia, dulçor e cor caramelo no produto testado pronto ao consumo.

Na Tabela 10 apresentam-se os valores da informação nutricional para construção da Rotulagem Nutricional dos bolos formulados, segundo legislação vigente (ANVISA, 2003; ANVISA, 2005b). A quantidade utilizada para cálculo foi de 60 g, estimando-se uma fatia.

Tabela 10 - Informação de composição para uso em Rotulagem Nutricional dos bolos formulados.

Informação de Composição para uso em Rotulagem Nutricional Porção: 10 g Quantidade por porção										
	P	%VD*	A	%VD*	B	%VD*	C	%VD*	D	%VD*
Valor Calórico Total	226 kcal ou 949 kJ	11	217 kcal ou 911 kJ	11	224 kcal ou 941 kJ	11	204 kcal ou 857 kJ	10	211 kcal ou 886 kJ	11
Carboidratos	21,85 g	7,28	21,9	7,3	23,17 g	7,72	21,56 g	7,19	12,20	4,07
Polióis									7,68	
Polidextrose									0,96	
Proteínas	4,88 g	6,5	5,26	7,0	5,93 g	7,9	5,25 g	7	6,85	9,13
Gorduras totais	13,02 g	23,67	11,96	21,74	11,98 g	21,78	10,77 g	19,58	12,86	23,38

(*)% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Bolo está classificado no Grupo 1 (Cereais, pães, raízes e tubérculos) da Pirâmide dos Alimentos, com sugestão de até 8 porções diárias, com 150 kcal cada, para uma dieta de 2530 kcal por dia (ANVISA, 2003).

Atividade de água

A atividade de água é o principal responsável pela deterioração dos alimentos, que é um fenômeno de degradação provocado por microorganismos, reações químicas e enzimáticas que podem ocorrer durante o período de armazenamento (RODRIGUES, 2003).

Os valores de Atividade de água para as diferentes formulações dos bolos apresentam-se na Tabela 11.

Tabela 11 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão de Atividade de Água das diferentes formulações dos bolos.

Amostras	Atividade de Água (A_w) $\pm \delta$
P	0,87 $\pm$ 0,04 ^a
A	0,88 $\pm$ 0,02 ^a
B	0,88 $\pm$ 0,01 ^a
C	0,91 $\pm$ 0,02 ^a
D	0,89 $\pm$ 0,04 ^a

n: 3

δ : desvio padrão.

Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Polidextrose (Litesse), Sucralose).

Índices iguais, na mesma coluna, indicam que não existe diferença significativa pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Conforme os resultados, não se observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) dos valores de atividade de água das amostras (Tabela 12).

Os bolos formulados pertencentes encontraram-se acordo com a classificação em Ribeiro e Seravalli (2007), alimentos com atividade de água entre 0,85 e 0,6 pertencem ao grupo dos alimentos denominados Alimentos com Umidade Intermediária, como cereais, farinhas, doces de massa, nozes e amêndoas. No entanto não estaria dentro dos parâmetros de alimentos com atividade de água inferior a 0,6 que são alimentos microbiologicamente estáveis (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009).

Volume específico

O volume específico do bolo é considerado importante para a aceitabilidade dos consumidores na determinação da qualidade. Na Tabela 12 apresentam-se os

valores médios para o volume específico dos bolos em relação às diferentes formulações.

Tabela 12 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão da análise do volume das formulações do bolo.

Amostras	Volume específico (cm ³ /g) $\pm\delta$
P	2,49 $\pm$ 0,14 ^c
A	2,40 $\pm$ 0,06 ^{b,c}
B	2,26 $\pm$ 0,30 ^{a,b}
C	2,15 $\pm$ 0,04 ^a
D	2,24 $\pm$ 0,14 ^{a,b}

n: 6

δ : desvio padrão.

Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Polidextrose (*Litesse*), Sucralose).

Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Como se observa na Tabela 13 foram pequenas as diferenças de volumes encontradas nas formulações. A formulação C apresenta menor valor do volume específico com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à formulação padrão. As formulações A, B e D não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). A diminuição do volume em relação às demais formulações pode ter acontecido pela composição protéica da farinha de arroz e sua interferência na formação e agregação da estrutura ao redor das bolhas de ar na massa. A formulação A não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação à formulação padrão, pois o glúten contido na farinha de trigo atuaria no bolo como aglutinante e não como um elemento estrutural, como é no caso do pão que forma a estrutura básica. No bolo o pleno desenvolvimento de glúten não é necessário devido aos altos níveis de gordura e açúcar. Contudo, isso não implica que o glúten seja funcionalmente inerte, especialmente durante o cozimento, onde as interações das proteínas podem se tornar importante para dar a estrutura (WILDERJANS et al. 2008). Quando são utilizadas farinhas mistas ocorrem alterações nas propriedades físicas e tecnológicas, que podem ser favoráveis ou não conforme ao produto. No caso do

bolo, a farinha fraca é desejável, pois a estrutura deste produto é mais leve e porosa (BORGES et al., 2006).

A formulação D que utilizou a mistura de lactitol, *litesse* (polidextrose) e sucralose em substituição à sacarose, não diferiu significativamente ($p>0,05$) em relação as formulações A, B e C.

Cor da Crosta e do Miolo

Na Tabela 13 apresentam-se os resultados para cor da crosta e do miolo das diferentes formulações de bolos, valores de luminosidade (L^*), e coordenadas cromáticas a^* , b^* .

Tabela 13 - Media dos valores $\pm$ desvio padrão da luminosidade L^* e coordenadas cromáticas a^* , b^* da crosta e do miolo dos bolos.

Amostras	Crosta			Miolo		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
	$\pm\delta$	$\pm\delta$	$\pm\delta$	$\pm\delta$	$\pm\delta$	$\pm\delta$
P	25,18 $\pm$ 0,78 ^a	7,55 $\pm$ 0,66 ^a	12,86 $\pm$ 0,69 ^a	21,76 $\pm$ 1,20 ^c	9,52 $\pm$ 0,67 ^{a,b}	14,98 $\pm$ 0,98 ^{a,b}
A	23,69 $\pm$ 1,06 ^a	8,09 $\pm$ 1,18 ^a	13,10 $\pm$ 1,65 ^a	19,51 $\pm$ 0,80 ^b	10,00 $\pm$ 1,32 ^b	15,25 $\pm$ 1,82 ^b
B	25,03 $\pm$ 0,25 ^a	7,48 $\pm$ 1,58 ^a	13,17 $\pm$ 1,86 ^a	20,06 $\pm$ 0,90 ^b	8,84 $\pm$ 0,39 ^a	14,14 $\pm$ 0,77 ^{a,b}
C	23,52 $\pm$ 1,92 ^a	7,28 $\pm$ 0,70 ^a	11,95 $\pm$ 0,17 ^a	17,75 $\pm$ 0,61 ^a	9,32 $\pm$ 0,32 ^{a,b}	13,81 $\pm$ 0,54 ^a
D	20,51 $\pm$ 1,88 ^b	8,47 $\pm$ 2,17 ^a	12,57 $\pm$ 2,11 ^a	18,43 $\pm$ 0,70 ^a	9,44 $\pm$ 0,51 ^{a,b}	14,26 $\pm$ 1,00 ^{a,b}

n: 6

δ : desvio padrão.

Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Polidextrose (Litesse), Sucralose).

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

Em relação à cor da crosta das diferentes formulações dos bolos verificou-se que a formulação D apresentou menor valor de luminosidade com diferença significativa ($p<0,05$) em relação à formulação padrão e demais formulações, podendo dever-se a ausência de sacarose (substituição por lactitol, *Litesse* e sucralose). A diferenciação de coloração foi anteriormente relatada por Lin; Hwang; Yeh (2003) indicando na cor dos bolos, especialmente para os valores de luminosidade da crosta, a oligofructose e a polidextrose promoveriam as reações de

escurecimento. O valor de a^* foi maior também para esta amostra, demonstrando uma tonalidade mais escura.

Ronda et al. (2005) indicaram que para bolos elaborados com adoçantes diferentes da sacarose os valores do parâmetro luminosidade é notavelmente superior ao da formulação padrão. Os bolos elaborados com oligofrutose apresentaram uma coloração mais escura que o controle.

Gallagher et al. (2004) indicaram que de uma forma geral a substituição de sacarose em 100% diminui a medida do parâmetro luminosidade (L^*) que depende dos efeitos da reação de Maillard; além disso o aumento no teor de açúcares do leite e proteínas causa maior escurecimento da crosta (menor L^*) e a diminuição destes deixa a crosta mais clara (maior L^*) relacionado, portanto, às interações do grupo carbonila do carboidrato com o grupo amino do aminoácido ou da proteína (reação de Maillard).

Em relação à cor do miolo no parâmetro de luminosidade (L^*) da formulação padrão obteve maior valor, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais formulações. As formulações C, D e A, B, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si e mostraram valores menores.

Capriles et al. (2008) obtiveram diminuição do valor de luminosidade em bolo quando acrescentaram farinha de amaranto em substituição a farinha de trigo e amido de milho, indicando que a crosta e miolo dos bolos com tal substituição apresentariam uma cor mais avermelhada, especialmente no miolo. A cor intrínseca de farinha de amaranto integral ($L = 74,4$, $a = 4,33$, $b = 21,3$) causa o escurecimento dos bolos.

Segundo Gomez, Ruiz-París e Oliete (2010) indicam que a cor do miolo depende dos ingredientes já que o aumento da temperatura não é alto para ocasionar reações de Maillard ou reações de caramelização.

Os resultados das coordenadas cromáticas (a^* , b^*) para a cor da crosta das diferentes formulações dos bolos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as diversas formulações para as duas coordenadas.

Em quanto à coordenada cromática a^* para a cor do miolo a formulação B apresentou diferencia significativa em relação ao padrão e para a coordenada

cromática b^* as formulações B, D e A, C não apresentaram diferença significativa em relação ao padrão.

Textura

Diferentes proporções de ingredientes nas formulações produzem texturas diferentes. A análise do perfil de textura tem demonstrado ser uma ajuda valiosa para avaliar alimentos; mediante ensaios comparativos esta técnica é claramente imitativa dos movimentos que a boca realiza (ROSENTHAL, 2006). Sendo assim, a textura pode ser usada como um indicador da qualidade em produtos de panificação (ABDULLAH, 2008).

O maior problema da substituição dos cereais que contêm glúten por outras matérias-primas que não o contêm é a necessidade de apresentarem algumas propriedades tecnológicas, como estruturação da massa, conferindo qualidade aos produtos (BORGES et al., 2006). Desta forma foram avaliados os seguintes parâmetros de textura para as diferentes formulações dos bolos.

❖ Firmeza

O parâmetro da textura “firmeza” é importante em produtos de panificação devido a sua utilização para a avaliação do produto e por sua estreita associação com a percepção humana (KARAOGLU; KOTANCILAR; GERÇEKASLAN, 2008). Os resultados do parâmetro firmeza para as formulações dos bolos apresentam-se na Figura 25, avaliadas no segundo dia de armazenamento.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 25 - Comparação dos valores do parâmetro firmeza das diferentes formulações de bolos. Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, *Litesse* (Polidextrose), Sucralose).

Os resultados encontrados para a firmeza foram: a formulação D não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação ao padrão; as formulações A, B e C apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre elas e a padrão apresentado maiores valores que este.

A menor firmeza do bolo padrão pode ser devido à formação da rede de glúten que se caracteriza por maior retenção do gás e, conseqüentemente, uma estrutura mais volumosa (SCHAMNE, 2007). O aumento da firmeza no miolo do bolo pode ser atribuído à recristalização da amilose e amilopectina e à formação de complexos entre as proteínas e o amido (SEYHUN et al., 2003).

A adição de proteínas parece acelerar e aumentar a firmeza do miolo. As fibras também contribuíram com a firmeza segundo o relatado por Gomez et al. (2003), provavelmente devido ao espessamento das paredes que cercam as bolhas do ar no miolo. Dhingra; Jood (2004) observaram um endurecimento gradual da

textura do miolo quando acrescentaram farinha de cevada e soja (OLIETE et al., 2008).

Gomez et al, (2008) indicaram que a influência da farinha na firmeza foi inversamente proporcional ao volume do bolo. Portanto, a firmeza aumentou quando a porcentagem de farinha de grão de bico foi maior. Estas diferenças foram também observadas por Guinot; Mathlouthi (1991), que observaram que a adição de proteína de soja aumentou a firmeza dos bolos tipo esponja. Gomez et al. (2008) indicaram que bolos com maior volume específico e maior simetria apresentaram menores valores de firmeza. Assim como bolos elaborados com farinha integral apresentaram maior firmeza, mastigabilidade, menor coesividade e resiliência do que os bolos de farinha branca. Neste trabalho também se observa uma relação inversa entre firmeza e volume para a maioria das amostras.

❖ ***Elasticidade***

Os resultados da elasticidade nos bolos apresentam-se na Figura 26, para o segundo dia de armazenamento.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 26 - Comparação dos valores do parâmetro elasticidade das diferentes formulações dos bolos. Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Polidextrose (*Litesse*), Sucralose).

Observa-se que as formulações B, C e D não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) em relação à formulação P (padrão). No entanto a formulação A apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais formulações (Figura 22). O produto com farinha de quinoa apresentou maior elasticidade.

Segundo Esteller (2004) a adição de proteínas, por exemplo glúten isolado do trigo, melhoraram a elasticidade final de pães, assim como também a adição de Polidextrose e Benefat favoreceram o aumento da elasticidade. A elasticidade apresentada pelo bolo padrão pode estar relacionada à presença de glutenina, proteína constituinte de glúten, que é responsável pela elasticidade da massa (SCHAMNE, 2007).

❖ **Coesividade**

Coesividade é definida como "quão bem o produto resiste a uma segunda deformação em relação à primeira" (KARAOGLU; KOTANCILAR; GERÇEKASLAN, 2008). Na Figura 27 apresentam-se os resultados para o parâmetro de coesividade nos bolos avaliados no segundo dia de armazenamento.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 27 - Comparação dos valores do parâmetro coesividade das diferentes formulações dos bolos. Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Polidextrose (Litesse), Sucralose).

Em relação à coesividade, somente a formulação B apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a padrão. As formulações A, C e D não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre elas e entre o padrão.

Menores valores de coesividade foram encontrados nas formulações com 100% de farinha de quinoa. A formulação padrão apresentou maior resultado, pois a farinha de trigo é capaz de formar uma massa coesa, firme e reter gases, devido a

sua composição química e em especial as suas proteínas e capacidade para formar glúten (LEÓN; ROSELL, 2007).

Características observadas por Gomez et al. (2008) indicaram valores menores de coesividade quando quantidade de farinha de grão de bico (farinha protéica) foi aumentada em formulações com farinha de trigo.

❖ **Mastigabilidade**

Na Figura 28 apresentam-se os resultados para o parâmetro de mastigabilidade nos bolos, que foram avaliadas no segundo dia de armazenamento.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 28 - Comparação dos valores do parâmetro mastigabilidade das diferentes formulações dos bolos. Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Polidextrose (*Litesse*), Sucralose).

Em relação aos resultados do parâmetro mastigabilidade as formulações A e D não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação à formulação padrão

(P). No entanto as formulações B e C apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre elas, e entre as demais formulações.

Maiores valores de mastigabilidade apresentaram as formulações B e C com 100% de farinha de quinoa e farinha de arroz, respectivamente. O menor valor obtido foi para a formulação sem sacarose.

❖ **Resiliência**

Na Figura 29 apresentam-se os resultados para o parâmetro de resiliência nos bolos, que foram avaliadas no segundo dia de armazenamento.

*Índices diferentes, na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 29 - Comparação dos valores do parâmetro resiliência das diferentes formulações dos bolos. Padrão contendo **P** (farinha de trigo, chocolate em pó, sacarose, fermento químico, gema e clara desidratadas, emulsificante, gordura); e quatro com substituição da farinha pelos seguintes ingredientes: **A** (farinha de quinoa, farinha de arroz), **B** (Farinha de quinoa), **C** (Farinha de arroz), **D** (Farinha de quinoa, Lactitol, Polidextrose (*Litesse*), Sucralose).

Em relação ao parâmetro de textura resiliência as formulações A, B e C não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação ao padrão (P). No entanto a formulação D apresentou tal diferença.

Resiliência é a taxa de recuperação da elasticidade e resulta da diminuição da união intramolecular entre os ingredientes na massa (OLIETE et al., 2008). As

formulações A, B e D apresentaram a diminuição deste parâmetro quando foi utilizada farinha de quinoa.

Cálculo de custo

A Tabela 14 apresenta o cálculo do custo para cada bolo formulado de 300 g, conforme tamanho encontrado no mercado para produtos similares. O valor atual do mercado de produto similar à formulação padrão é aproximadamente R\$ 4,00.

Tabela 14 - Cálculo do custo para cada bolo formulado de 300 g.

	Bolo (300 g)	
	R\$*	US\$**
P	2,52	1,45
A	2,94	1,69
B	3,29	1,89
C	2,60	1,49
D	4,21	2,42

*Cálculo baseado no custo fornecido pelos fabricantes dos ingredientes (01/07/2011-01/08/2011);

** Calculo baseado na cotação do fechamento do dólar no dia 10/10/2011.

Através da Tabela 14 é possível perceber que houve acréscimo no custo em relação à formulação padrão e às outras formulações por apresentar ingredientes que substituem a sacarose.

6. CONCLUSÕES

Preparados para recheios

- O suco de laranja mostrou-se eficiente como aromatizante e corante, sendo próprio para uso em combinação com a quinoa nas formulações apresentadas;
- A substituição de goma xantana por quitosana não apresentou grande diferença nas determinações químicas efetuadas, apresentando pequenas diferenças estruturais, sendo que os sistemas formulados com quitosana mostraram melhor recuperação de estrutura na análise de tixotropia;
- As duas formulações elaboradas sem sacarose foram classificadas como *diet/light*, com maiores teores protéico e lipídico, menores teores de carboidratos e de valor calórico total.

Bolos

- A gordura *low trans* foi utilizada por ter sido escolhida a partir dos testes iniciais efetuados, sendo um produto com isenção de gordura *trans* e propriedades físicas de acordo com os objetivos do projeto: maior volume, maior firmeza, elasticidade e mastigabilidade médias, resiliência comparável à da gordura hidrogenada. Os parâmetros de cor dos miolos foram próximos;
- Foram formulados bolos sem adição de farinha de trigo (glúten), com substituição total por farinhas de quinoa e de arroz, obtendo-se produtos sem glúten, bem como produtos sem adição de sacarose;
- As formulações com farinha de quinoa possuem maior conteúdo protéico; a formulação com farinha de arroz menor valor lipídico; a formulação com quinoa e sem sacarose possui isenção de glúten, sendo esta a mais indicada para indivíduos celíacos, diabéticos, classificada como *diet*;
- A formulação com 100% de farinha de arroz e sacarose apresentou-se a menos calórica;
- Poucas variações foram encontradas entre as formulações nos resultados da análise de textura, de volume, bem como da cor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, M.Z. Quality evaluation of bakery products. In: SUN, D.-W., ed. **Computer vision technology for food quality evaluation**. Amsterdam: Elsevier, Academic Press, 2008. p.481-522. (Food science and technology international series).

ABU-JDAYIL, H.; MOHAMEED, H.; 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.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução n.12, de 30 de março de 1978**. Aprovam 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://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=16216&word>. Acesso em: 02 out. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria n.27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/alimentos?cat=Legislacao&cat1=com.ibm.workplace.wcm.api.WCM_Category%2FLegislacao%2Fc70e00804156f3a98b2e9b249cb8e0e2%2FPUBLISHED&con=com.ibm.workplace.wcm.api.WCM_Content%2FRegulamentos+Tecnicos+por+Assunto%2F8ac99080415c9ec18f05cfc88acced15%2FPUBLISHED&showForm=no&siteArea=Alimentos&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Anvisa/Anvisa/Inicio/Alimentos/Publicacao+Alimentos/Regulamentos+Tecnicos+por+Assunto Acesso em: 28 fev. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria n.29, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/alimentos?cat=Legislacao&cat1=com.ibm.workplace.wcm.api.WCM_Category%2FLegislacao%2Fc70e00804156f3a98b2e9b249cb8e0e2%2FPUBLISHED&con=com.ibm.workplace.wcm.api.WCM_Content%2FRegulamentos+Tecnicos+por+Assunto%2F8ac99080415c9ec18f05cfc88acced15%2FPUBLISHED&showForm=no&siteArea=Alimentos&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Anvisa/Anvisa/Inicio/Alimentos/Publicacao+Alimentos/Regulamentos+Tecnicos+por+Assunto Acesso em: 28 fev. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria n.502, de 22 de junho de 1998**. Aprova a inclusão do lactitol (INS 966) na lista de aditivos da legislação brasileira com a função de edulcorante, em quantidade suficiente para obter o efeito desejado (q.s.p.). Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php>. Acesso em: 16 Nov. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. As alegações aprovadas relacionam a propriedade funcional e ou de saúde de um nutriente ou não nutriente do alimento, conforme o item 3.3 da Resolução n.18/1999. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/alimentos/0409f3804005a2a49d509f54e035b7cb>. Acesso em: 10 fev. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.3, de 2 de janeiro de 2001**. Aprovar o "Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos edulcorantes, estabelecendo seus limites máximos para os alimentos". Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/03_01rdc.htm#. Acesso em: 18 fev. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.40, de 8 de fevereiro de 2002**. Regulamento técnico para rotulagem de alimentos e bebidas embalados que contenham glúten. Disponível em: <http://www.portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 18 out. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC 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://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059&word=>. Acesso em: 02 out. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Lei n.10.674, de 16 de maio de 2003**. Rotulagem de alimentos e bebidas embalados com a declaração que contenham glúten ou não contenham glúten. Disponível em: <http://www.portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 18 out. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.270, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o "Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal". Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b2395a8045cf5be0af8dbfe99fa014e7/RDC_270_2005.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 05 Abr. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Rotulagem Nutricional Obrigatória- Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2005. 44 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.18, de 24 de março de 2008**. Anvisa autoriza novos edulcorantes em alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2008/190308.htm>. Acesso em: 02 out. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.24, de 15 de junho de 2010**. Regulamento Técnico que estabelece os requisitos mínimos para oferta, propaganda, publicidade, informação e outras práticas correlatas cujo objetivo seja a divulgação e a promoção comercial de alimentos considerados com quantidades elevadas de açúcar, de gordura saturada, de gordura trans, de sódio e de bebidas com baixo teor nutricional. Disponível em: <http://www.portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 18 out. 2011.

AIDER, M. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: review. **LWT - Food Science and Technology**, v.43, n.6, p.837-842, 2010.

AKGOL, S.; KAÇAR, Y.; DENIZLI, A.; ARICA, M.Y. Hydrolysis of sucrose by invertase immobilized onto novel magnetic polyvinylalcohol microspheres. **Food Chemistry**, v.43, p.281-288, 2001.

ALONSO, S.; SETSER, C. Functional replacements for sugars in food. **Trends in Food Science & Technology**, v.5, n.1, p.139-146, 1994.

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E.K.; GALLAGHER, E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.60, suppl.4, p.240-257, 2009.

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

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 7.ed. Saint Paul: AACC, 1969. 2v.

ARAYA, L.H.; LUTZ, R.M. Alimentos funcionales y saludables. **Revista Chilena de Nutrición**, v.30, n.1, p.8-14, 2003.

ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL. **A doença celíaca de hoje**. Disponível em: <http://www.acelbra.org.br/2004/doencaceliaca.php>. Acesso em: 02 out. 2009.

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

AYALA, G.; ORTEGA, L.; MORON, C. Valor nutritivo y usos de la quinua. In: MUJICA, A.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, P.; JACOBSEN, S., eds. **Quinoa ancestral cultivo andino: alimento del presente y futuro**. Puno: FAO, CIP, UNA, 2004. p.215-234.

BATTOCHIO, J.R. **Bolo de linhaça diet**: desenvolvimento da formulação, determinação do perfil sensorial e estudos de consumidor. Campinas, 2007. Dissertação de Mestrando - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

BHARGAVA, A.; SHUKLA, S.; OHRI, D. *Chenopodium quinoa*: an Indian perspective. **Industrial Crops and Products**, v.23, p.73-87, 2006.

BAO, J.; BERGMAN, C.J. The functionality of rice starch. In: ELIASSON, A.-C., ed. **Starch in food: structure, function and application**. Cambridge: Woodhead; Boca Raton: CRC Press, 2004. p.258-294. (Woodhead Publishing in food science and technology).

BAZIWANE, D.; HE, Q. Gelatin: the paramount food additive. **Food Reviews International**, v.19, n.4, p.423-435, 2003.

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).

BINNS, N.M. Sucralose - all sweetness and light. **BNF Nutrition Bulletin**, v.28, n.1, p.53-58, 2003.

BIRKET, 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.101-121. (Woodhead publishing in food science, technology and nutrition).

BORGES, J. T.; BONOMO, R. C.; PAULA, CL. D.; OLIVEIRA, L. C.; CESÁRIO, M. C. Physicochemical and Nutritional Characteristics and Uses of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Temas Agrários**, v.15, p. 9-23, 2010.

BORTOLATO, S.D.; CASTIGLIONI, G.L.; DORS, G.C.; SILVA, A.; KUHN, R.C.; RUIZ, W.A. Principais características físico-químicas de farinhas de arroz. In: CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 18, Rio Grande, 2003. **Resumo**. Rio Grande: FURG, 2003.

BRADY, K.; HO, C.-T.; ROSEN, R.T.; SANG, S.; KARWE, M.V. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. **Food Chemistry**, v.100, p.1209-1216, 2007.

BROOKER, B.E. The role of fat in the stabilisation of gas cells in bread dough. **Journal of Cereal Science**, n.24, p.187-198, 1996.

BURDOCK, G.A.; FLAMM, W.G. A review of the studies of the safety of polydextrose in food. **Food and Chemical Toxicology**, v.37, n.1/2, p.233-264, 1999.

BUREY, P.; BHANDARI, B.R.; RUTGERS, R.P.G.; HALLEY, P.J.; TORLEY, P.J. confectionery gels: a review on formulation, rheological and structural aspects. **International Journal of Food Properties**, v.12, p.176-210, 2009.

CAPRILES, V.D.; ALMEIDA, E.L.; FERREIRA, R.E.; STEEL, C.J.; CHANG, Y.K.; ARÊAS, J.A.G. Physical and sensory properties of regular and reduced-fat pound cakes with added amaranth flour. **Cereal Chemistry**, v.85, p.615-618, 2008.

CARDOSO, I.B. **Tratamento térmico de misturas de farinha de trigo e de quinoa e sua aplicação em bolo tipo pão de ló**. Campinas, 2007, 113p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

CASTRO, A.G. Hidratos de carbono. In: RODRIGUES, I.; ALVES, M.M.M.; CUMHA, S.; CASTRO, A.G., coords. **A química e a reologia no processamento dos alimentos**. Lisboa: Institute Piaget, 2003. cap.7, p.167-202. (Ciência e técnica, 25).

CASTRO, L.I.A.; VILA REALS, C.M.; PIRES, C.V.; PINTO, N.A.V.D.; MIRANDA, L.S.; ROSA, B.C. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd): digestibilidade *in vitro*, desenvolvimento e análise sensorial de preparações destinadas a pacientes celíacos. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n.4, p.413-419, 2007.

CAUVIAN, S.P, YOUNG, L.S. **Baking problems solved**. Boca Raton: CRC; Cambridge: Woodhead, 2001. cap.6. (Woodhead Publishing in food science and technology).

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Unicamp, 2003. cap.4, p.36-46.

CODEx ALIMENTARIUS. **Codex Stan 118**: norma del Codex relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten. (Codex Stan 118-1979). Adoptado en 1979; enmendado 1983; revisado 2008. Disponível em: http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=291. Acesso em: 10 abr. 2010.

CRAIG-SCHMIDT, M.C.; TEODORESCU, C.A. *Trans fatty acids in foods* In: CHOW, C.K., ed. **Fat acids in foods and their health implication**. 3.ed. New York: CRC Press, 2008. cap.15, p.377-437.

DANISCO. **Litesse® multiple benefits**. Disponível em: <http://www.litesse.com/wps/wcm/connect/litesse/litesse/home>. Acesso em: 10 nov. 2009.

DANISCO. **DIMODAN HP-M, Distilled monoglycerides**. Disponível em: http://www.danisco.com/wps/wcm/connect/danisco/corporate/products%20and%20services/product%20range/emulsifiers/distilled%20monoglycerides/distilled_monoglycerides_en.htm. Acesso em: 12 dez. 2009.

DESENVOLVENDO alimentos com baixo teor de gordura. **Food Ingredients Brasil**, n.5, 2008. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/74.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2010.

DESROCHERS, J.L.; SEITZ, K.D.; WALKER, C.E. Cakes: chemistry of baking. In: **ENCYCLOPEDIA of food sciences and nutrition**. 2.ed. San Diego, London: Academic, 2003. p.760-765.

DHINGRA, S.; JOOD, S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. **Food Chemistry**, n.77, v.4, p.479-488, 2002.

DIJKSTRA, D.S.; LINNEMANN, A.R.; BOEKEL, T.A.J.S. Towards sustainable production of protein-rich foods: appraisal of eight crops for western europe. Part II. Analysis of the technological aspects of the production chain. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, n.43, v.5, p.481–506, 2003.

DORS, G.C.; PINTO, R.H.; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.219-224, 2009.

DRAKOULARAKOU, A.; HASSELWANDER, O.; EDINBURGH, M.; OUWEHAND, A.C. Lactitol, an emerging prebiotic: functional properties with a focus on digestive health. **Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods**, n.3, v.7, p.73-82, 2007.

EDWARDS, W.P. Ingredientes. In: _____. **The science of sugar confectionery**. Cambridge: RSC Paperbacks, 2000. cap.3, p.23-58. (RSC paperbacks).

EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C.O.; MANCILLA, N.D. **Fundamentos de tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Ciência e Tecnologia, 1982. p.349.

ESTELLER, M.S.; ZANCANARO Jr., O.; LANNES, S.C.S. Bolo de "chocolate" produzido com pó de cupuaçu e kefir. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, n.3, p.447-454, 2006.

ESTELLER, M.S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento**. São Paulo, 2004. 122p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

FAERGEMAND, M.; KROG, N. Interactions of emulsifiers with other components in foods. In: GAONKAR, A.G.; McPHERSON, A., eds. **Ingredient interactions: effects on foods quality**. 2.ed. Boca Raton: CRC, Taylor & Francis, 2006. cap.12, p.363-387. (Food science and technology, 154).

FARINHAS: de trigo, de outros cereais e de outras origens. Aditivos & Ingredientes, n.57, p.42-57, 2008. Disponível em: http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/98.pdf. Acesso em: 10 nov. 2009.

FENNEMA, R.D. **Food chemistry**. 3.ed. New York; Marcel Dekker, 1996. 1067p. (Food science and technology).

FLOOD, M.T.; AUERBACH, M.H.; CRAIG, S.A.S. A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food. **Food and Chemical Toxicology**, v.42, p.1531-1542, 2004.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Trans fat now listed with saturated fat and cholesterol on the nutrition facts label**. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/LabelingNutrition/ConsumerInformation/ucm110019.htm>. Acesso em: 21 nov. 2010.

FOWELL, A.J.; THOMAS, P.W.; SURGENOR, S.L.; SNOOK, J.A. The epidemiology of coeliac disease in East Dorset 1993–2002: an assessment of the 'coeliac iceberg', and preliminary evidence of case clustering. **QJM**, v.99, n.7, p.453-460, 2006.

FRIESS, W. Collagen - biomaterial for drug delivery. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, n.45, n.2, p.113-136, 1998.

GALERA, J. **Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza sativa* L.) na produção de sonho-estudo modelo**. São Paulo, 2006. 89p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

GALLAGHER, E. Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In: ARENDT E.; DAL BELLO, F., eds. **Gluten-free cereal products and beverages**. Boston, London: Academic, 2008. cap.14, p.321-346. (Food science and technology).

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, p.143-152, 2004.

GANDOLFI, L.; PRATESI, R.; CORDOBA, J.C.; TAUIL, P.L.; GASPARIN, M.; CATASSI, C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. **American Journal of Gastroenterology**, v.95, n.3, p.689-692, 2000.

GARCÍA-CASAL, M.N. La alimentación de futuro: nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población. **Anales Venezolanos de Nutrición**, v.20, n.2, p.108-114, 2007.

GARCÍA-OCHOA, F.; SANTOS, V.E.; CASAS, J.A.; GÓMEZ, E. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, n.18, p.549-579, 2000.

GAVA, A.J.; SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R.G. **Tecnologia de alimentos**: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2009. 511p.

GELSE, K.; POSCHL, E.; AIGNER, T. Collagens-structure, function, and biosynthesis. **Advanced Drug Delivery Reviews**, n.55, p.1531-1546, 2003.

GELITA DO BRASIL. Disponível em: www.gelita.com.br/newsletter. Acesso em: 26 out. 2007.

GOMEZ, M. Low-sugar and low-fat sweet goods. In: SUMNU, S.G.; SAHIN, S., eds. **Food engineering aspects of baking sweet goods**. Boca Raton, London: CRC Press, 2008. cap.12, p.617-638. (Contemporary food engineering).

GÓMEZ, M.; RONDA, F.; CABALLERO, P.A.; BLANCO, C.A.; ROSELL, C.M. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. **Food Hydrocolloids**, v.21, n.2, p.167-173, 2007.

GÓMEZ, M.; RUIZ-PARIS, E.; OLLETE, B. Influence of flour mill streams on cake quality **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, n.9, p.1794-1800, 2010.

GORINSTEIN, S.; LOJEK, A.; MILAN, C.; PAWELZIK, E.; DELGADO-LICON, E.; MEDINA, O.J.; MORENO, M.; SALAS, I.A.; GOSHEV, I. Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. **International Journal of Food Science and Technology**, v.43, n.4, p.629-637, 2008.

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

GRENBY, T.H. Intense sweeteners for the food industry: an overview. **Trends in Food Science & Technology**, v.2, n.1, p.2-6, 1991.

GU, L.; HOUSE, S.E.; WU, X.; OU, B.; PRIOR, R.L. Procyanidin and catechin contents and antioxidant capacity of cocoa and chocolate products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.11, p.4057-4061, 2006.

GUINOT, P.; MATHLOUTHI, M. Instron measurement of sponge cake firmness: effect of additives and storage conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n.54, p.413-420, 1991.

HELSTAD, S. Ingredient Interactions: sweeteners. In: GAONKAR, A.G.; MCPHERSON, A., eds. **Ingredient interactions**: effects on food quality. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, 2006. cap.6, p.167-194. (Food science and technology, 154).

HICSASMAZ, Z.; YAZGAN, Y.; BOZOGLU, F.; KATNAS, Z. Effect of polydextrose-substitution on the cell structure of the high-ratio cake system. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology**, n.36, p.441-450, 2003.

HUNTERLAB. Color Theory. **Basics of Color Perception and Measurement**. Disponível em: <http://www.hunterlab.com/ColorEducation/ColorTheory>. Acesso em: 18 maio 2011.

INDRANI, D.; RAO, G.V. Functions of Ingredients in the baking of sweet goods. In: SUMNU, S.G.; SAHIN, S., eds. **Food engineering aspects of baking sweet goods**. Boca Raton, London: CRC Press, 2008. cap.2, p.32-45. (Contemporary food engineering).

JANCUROVÁ, M.; MINAROVÍČOVÁ, L.; DANDÁR, A. Quinoa: a review. **Czech Journal of Food Sciences**, v.27, n.2, p.71-79, 2009.

JANSZKY, I.; MUKAMAL, K.J.; LJUNG, R.; AHNVE, S.; AHLBOM, A.; HALLQVIST, J. Chocolate consumption and mortality following a first acute myocardial infarction: the Stockholm Heart Epidemiology Program. **Journal of Internal Medicine**, v.266, p.248-257, 2009.

JOHNSON, R.; PADMAJA, G.; MOORTHY, S.N. Comparative production of glucose and high fructose syrup from cassava and sweet potato roots by direct conversion techniques. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.10, p.616-620, 2009.

KARAOGLU, M.M.; KOTANCILAR, H.G.; GERÇEKASLAN, K.E. The effect of par-baking and frozen storage time on the quality of cup cake. **International Journal of Food Science and Technology**, n.43, p.1778-1785, 2008.

KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, v.80, n.4, p.589-596, 2003.

KIM, C.; YOO, B. Rheological properties of rice starch–xanthan gum mixtures. **Journal of Food Engineering**, v.75, p.120-128, 2006.

KOCER, D.; HICSASMAZ, Z.; BAYINDIRLI, A.; KATNUS, S. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat replacer. **Journal of Food Engineering**, n.75, p.543-550, 2007.

KOZIOL, M.J. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.5, p.35-68, 1992.

KUMAR, M.N.V.R. A review of chitin and chitosan applications. **Reactive & Functional Polymers**, n.46, n.1, p.1-27, 2000.

KUPPER, C. Dietary guidelines and implementation for celiac disease. **Gastroenterology**, v.128, n.4, suppl.1, p.S121-S127, 2005.

LECUMBERRI, E.; MATEOS, R.; IZQUIERDO-PULIDO, M.; RUPÉREZ, P.; GOYA, L.; BRAVO, L. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). **Food Chemistry**, n.104, p.948-954, 2007.

LE MESTE, M.; ROUDAUT, G.; CHAMPION, D.; BLOND, G.; SIMATOS, D. Interaction of water with food components. In: GAONKAR, A.G.; MCPHERSON, A., eds. **Ingredient interactions: effects on food quality**. 2.ed. Boca Raton. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. cap.4, p.87-162. (Food science and technology, 154).

LEÓN, A.E; ROSELL, C.M. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas e productos de panificación em Iberoamérica**. Córdoba: Hugo Baez, 2007. 478p.

LINDEBOOM, N.; CHANG, P.R.; FALK, K.C.; TYLER, R.T. Characteristics of starch from eight quinoa lines. **Cereal Chemistry**, v.82, n.2, p.216-222, 2005.

LIVESEY, G. Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low glycaemic properties. **Nutrition Research Reviews**, n.16, p.163-191, 2003.

LORENZ, K.; COULTER, L.; JOHNSON, D. Functional and sensory characteristics of quinoa in foods. **Developments in Food Science**, v.37, p.1031-1041, 1995. [Proceedings of the 8th International Flavor Conference, Cos, 1994].

LUTZ, R.M.; MORALES, D.D.; SEPULVEDA, B.S.; ALVINA, W.M. Evaluación sensorial de preparaciones elaboradas con nuevos alimentos funcionales destinados al adulto mayor. **Revista Chilena de Nutrición**, v.35, n.2, p.131-113, 2008.

MANLEY, D.J.R. **Technology of biscuits, crackers and cookies**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, Woodhead, 2000. v.6. (Woodhead Publishing in food science and technology).

MARKOSYAN, A.; MCCLUSKEY, J.J.; WAHL, T.I. Consumer response to information about a functional food product: apples enriched with antioxidants. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v.57, n.3, p.325-341, 2009.

MATSAKIDOU, A.; BLEKAS, G.; PARASKEVOPOULOU, A. Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. **LWT - Food Science and Technology**, v.43, p.949-957, 2010.

McCRORIE, V.; BONE, D. Fantastic future for functional foods. **Prepared Foods**, v.177, n.4, p.70-81, 2008. Disponível em: http://findarticles.com/p/articles/mi_m3289/is_4_117/ai_n25399766/?tag=content;col1. Acesso em: 29 ago. 2009.

MELLO, K.G.P.C.; KNIRSCH, M.C.; PITOMBO, R.N.M.; POLAKIEWICZ, B. Síntese e análise das propriedades físico-químicas da *N*-succinil-quitosana. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n.1, p.196-198, 2004.

MINISTÉRIO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **PORTARIA Nº 372, DE 04 DE SETEMBRO DE 1997.** Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Margarina.

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.

MILLER, K.B.; STUART, D.A.; SMITH, N.L.; LEE, CH.Y.; MCHALE, N.L.; FLANAGAN, J.A.; OU, B.; HURST, W.J. Antioxidant activity and polyphenol and procyanidin contents of selected commercially available cocoa-containing and chocolate products in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.11, p.4062-4068, 2006.

MOORTHY, S.N. Tropical sources of starch. In: ELIASSON, A.-C., ed. **Starch in food: structure, function and applications.** Boca Raton: CRC Press; Cambridge: Woodhead, 2004. cap.6, p.101-121. (Woodhead Publishing in food science and technology).

MUJICA, A.; JACOBSEN, S.E.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, J.P. Origen y descripción de la quinua. In: FAO; UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO; CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.** Santiago de Chile: FAO, 2004. 315p.

NABESHIMA, E.H.; EL-DASH, A.A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.22, n.1, p.107-120, 2004.

NG, S.; ANDERSON, A.; COKER, J.; ONDRUS, M. Characterization of lipid oxidation products in quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Food Chemistry**, v. 101, n.1, p. 185-192, 2007.

NIEWINSKI, M.M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v.108, n.4, p.661-672, 2008.

O'BRIEN, R.D. **Fats and oils: formulating and processing for applications.** 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. 574p.

OGUNGBENLE, H. N. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 54. p. 153-158, 2003.

OLIETE, B.; GÓMEZ, M.; PANDO, V.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, E.; CABALLERO, P.A.; RONDA, F. Effect of nut paste enrichment on physical characteristics and consumer acceptability of bread. **Food Science and Technology International**, n.14, v.3, p.259-269, 2008.

ORNELAS, L.H. **Técnica dietética**: seleção do preparo de alimentos. 8.ed. São Paulo: Atheneu, 2007. p.9-18.

OSHODI, A.A.; OGUNGBENLE, H.N.; OLADIMEJI, M.O. Chemical composition, nutritionally valuable minerals and functional properties of benniseed (*Sesamum radiatum*), pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) flours. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.50, n.5, p.325-331, 1999.

PADILHA, V.M.; ROLIM, P.M.; SALGADO, S.M.; LIVERA, A.S.; ANDRADE, S.A.C.; GUERRA, N.B. Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p.735-740, 2010.

PALANCA, V.; RODRIGUEZ, E.; SENORANS, J.; REGLERO, G. Bases científicas para el desarrollo de productos cárnicos funcionales con actividad biológica combinada. **Nutrición Hospitalaria**, v.21, n.2, p.199-202, 2006.

PRICEWATERHOUSECOOPERS. Publications. Corporate Development. **Leveraging growth in the emerging functional foods industry**: trends and market opportunities. Disponível em: <http://www.pwc.com/us/en/transaction-services/publications/functional-foods.jhtml>. Acesso em: 18 set. 2009.

REPO-CARRASCO, R.; ESPINOZA, C.; JACOBSEN, S. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). **Food Reviews International**, v.19, p.179 -189, 2003.

REUTERSWARD, A.L.; ANDERSSON, H.; ASP, N.G. Digestibility of collagenous fermented sausage in man. **Meat Science**, n.14, p.105-121, 1985.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2.ed. São Paulo. Editora Blucher, 2007, p.2-37..

RICHTER, M. **Desenvolvimento de formulações de recheio para bombons para fins especiais com características funcionais**. São Paulo, 2005. 107p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo.

RODERO, A.B.; RODERO, L.S.; AZOUBEL, R. Toxicity of sucralose in humans: a review. **International Journal of Morphology**, v.27, n.1, p.239-244, 2009.

RODRIGUES, I. A água. In: CASTRO, A.G. **A química e a reologia no processamento dos alimentos**. Lisboa: Institute Piaget, 2003. cap.1, p.15-36.

RONDA, F.; GÓMEZ, M.; BLANCO, C.A.; CABALLERO, P.A. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. **Food Chemistry**, n.90, p.549-555, 2005.

ROSENTHAL, A.E. **Food texture**: measurement and perception. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2001. cap.1, p.1-30.

SAHI, S. Cake emulsions. In: SUMNU, S.G.; SAHIN, S., eds. **Food engineering aspects of baking sweet goods**. Boca Raton, London: CRC Press, 2008. cap.4, p.81-98. (Contemporary food engineering).

SCHAMNE, C. **Obtenção e caracterização de produtos panificados livres de glúten**. Ponta Grossa, 2007. 140p. Dissertação de Mestrado – Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Estadual de Ponta Grossa.

SCHRAMM, G. **Reologia e reometria: fundamentos teóricos e práticos**. 2.ed. São Paulo: Artliber, 2006. 231p.

SCHUMACHER, A.B. **Desenvolvimento de um chocolate meio amargo com maior percentual de proteína**. Porto Alegre, 2008. 86p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SELMI, C.; COCCHI, C.A.; LANFREDINI, M.; KEEN, C.L.; GERSHWIN, M.E. Chocolate at heart: the anti-inflammatory impact of cocoa flavanols. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.52, n.11, p.1340-1348, 2008.

SILVA, L.H.; PAUCAR-MENACHO, L.M.; VICENTE, C.I.A.; SALLES, A.S.; STEEL, C.J. Development of loaf bread with the addition of “okara” flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n.4, p.315-322, 2009.

SEYHUN, N.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Effects of different emulsifiers, gums and fat contents on retardation of staling of microwave baked cakes. **Nahrung**, n.47, p.248-251, 2003.

SHIMOKOMAKI, M. Aproveitamento de subprodutos nas indústrias de carnes para a produção de colágeno e suas aplicações. **Revista Nacional da Carne**, v.16, n.187, p.32-34, 1992.

SHUKLA, V.K.S. Margarine and baking fats. In: MING, O.L.; AKOH, C.C. **Healthful lipids**. Champaign: AOCS Press, 2005. cap.27, p.665-684.

SILVA, J.T.; PIROZI, M.; LUCIA, S.M.; PEREIRA, P.; MORAES, A.; CASTRO, V. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.24, n.1, p.145-162, 2006.

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

SPEHAR, C.R. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola e alimentar no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.23, n.1, p.41-62, 2006.

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Para o Público. **Tudo sobre diabetes**. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/para-o-publico/tudo-sobre-diabetes/tipos-de-diabetes>. Acesso em: 29 ago. 2011.

SOLER, M.P.; QUEIROZ, M.B.; VEIGA, P.G. Desenvolvimento de recheios para bombons utilizando frutas tropicais. I. Manga. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.119-126, 1996.

SOWMYA, M.; JEYARANI, T.; JYOTSNA, R.; INDRANI, D. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological. **Food Hydrocolloids**, v.23, p.1827-1836, 2009.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, p.215-225, 2002.

TANAKA, M.; KOYAMA, Y.; NOMURA, Y. Effects of collagen peptide ingestion on UV-B-induced skin damage. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.73, n.4, p.930-932, 2009.

TANG, M.C.; COPELAND, L. Analysis of complexes between lipids and wheat starch. **Carbohydrate Polymers**, v.67, n.1, p.80-85, 2007.

TELLOKE, G.W. **The mixing of cake batters**. Chipping Campden: Campden & Chorleywood Food Research Association, 1984. (FMBRA Report, n.114).

THOMPSON, T. Oats and the gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v.103, n.3, p.376-379, 2003.

THOMPSON, T.; MÉNDEZ, E. Commercial assays to assess gluten content of gluten-free foods: why they are not created equal. **Journal of the American Dietetic Association**, n.108, p.1682-1687, 2008.

TORRES, M.A. **Propriedades viscosas e viscoelásticas de soluções e géis de quitosana**. Campinas 2001. 92p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia Química - Universidade Estadual de Campinas.

VALENCIA-CHAMORRO, S.A. Quinoa. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L.; FINGLAS, P., eds. **Encyclopedia of food sciences and nutrition**. San Diego: Academic, 2003. v.8, p.4895-4902.

WATANABE, K.; IBUKI, A.; CHEN, Y.C.; KAWAMURA, Y.; MITSUANAGA, T. Composition of quinoa protein fractions. **Japanese Society for Food Science and Technology**, v.50, n.11, p.546-549, 2003.

WILD, S.; ROGLIC, G.; GREEN, A.; SICREE, R.; KING, H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care**, v.27, n.5, p.1047-1053, 2004.

WILDERJANS, E.; PAREYT, B.; GOESAERT, H.; BRIJS, K.; DELCOUR, J.A. The role of gluten in a pound cake system: a model approach based on gluten–starch blends. **Food Chemistry**, v.110, p.909-915, 2008.

WILLIAMS, S.; TAMBURIC, S.; LALLY, C. Eating chocolate can significantly protect the skin from UV light. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v.8, p.169-173, 2009.

WU, J.; FUJIOKA, M.; SUGIMOTO, K.; MU, G.; ISHIMI, Y. Assessment of effectiveness of oral administration of collagen peptide on bone metabolism in growing and mature rats. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, n.22, p.547-553, 2004.

YANGZHOU, J.Y.Q.; STUTTGART, M.K. Characterization of *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* starch. **Starch/Staerke**, v.51, n.4, p.116-120, 1999.

ZAMBRANO, F.; HIKAGE, A.; ORMENSE, R.C.C.; MONTENEGRO, F.M.; RAUEN-MIGUEL, A.M. Efeito das gomas guar e xantana em bolos como substitutos de gordura. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p.63-71, 2005.

ZHAO, Q.; ZHAO, M.; YANG, B.; CUI, C. Effect of xanthan gum on the physical properties and textural characteristics of whipped cream. **Food Chemistry**, v.116, n.3, p.624-628, 2009.

ZYGLER, A.; WASIK, A.; NAMIESNI, J. Analytical methodologies for determination of artificial sweeteners in foodstuffs. **TrAC, Trends in Analytical Chemistry**, v.28, n.9, p.1082-1102, 2009.