

**UNIVERSIDADE TIRADENTES – UNIT
SUPERINTENDÊNCIA ACADÊMICA - SUPAC
DIRETORIA DE PESQUISA E EXTENSÃO - DPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SAÚDE E AMBIENTE – PSA**

MARCELA MORI MACHADO

**DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE
BOLOS DE CHOCOLATE *LIGHT*
UTILIZANDO FARINHA DO MESOCARPO DE
MARACUJÁ E HIDROCOLÓIDES**

Aracaju
2012

MARCELA MORI MACHADO

**DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE
BOLOS DE CHOCOLATE *LIGHT*
UTILIZANDO FARINHA DO MESOCARPO DE
MARACUJÁ E HIDROCOLÓIDES**

Dissertação apresentada à
Universidade Tiradentes como
um dos pré-requisito para a
obtenção do grau de Mestre em
Saúde e Meio Ambiente

Orientador: Francine F. Padilha

Co-orientador: Álvaro Silva Lima

Aracaju
2012

MARCELA MORI MACHADO

**DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS DE
CHOCOLATE *LIGHT* UTILIZANDO FARINHA DO
MESOCARPO DE MARACUJÁ E HIDROCOLÓIDES**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM
SAÚDE E MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE TIRADENTES COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Aprovada em ____/____/____

Francine Ferreira Padilha, D. Sc.

Álvaro Silva Lima, D. Sc.

Juliana Cordeiro Cardoso, D. Sc.

Aurelia Faraoni, D. Sc.

Aos meus pais, por estarem
sempre ao meu lado me aconselhando e me
dando força em todas as etapas de
minha vida.

Agradecimentos

- Primeiramente agradeço a DEUS por ter dado a oportunidade de realizar um sonho;
- Ao meu esposo **Fernando** por gerar momento de tranquilidade e por ter me amparado nos momentos mais difíceis.
- Aos alunos de iniciação científica pela disponibilidade em destaque François;
- A Universidade Tiradentes e a Coordenação do Curso de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente, pela oportunidade para a realização do curso.
- A professora Francine e ao professor Álvaro pela orientação dedicada e suas amizades.
- A professora Cleide pela orientação nos cálculos estatísticos.
- Aos colegas de mestrado pela convivência e troca de experiências e em especial ao colega Roneval pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.
- Ao Instituto de Tecnologia e Pesquisa – ITP, pelo apoio a realização da pesquisa.

“Se seus sonhos estão nas nuvens... eles
estão no lugar certo, agora construa os alicerces”

Shakespeare

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Meio Ambiente da Universidade Tiradentes como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Saúde e Meio Ambiente

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS DE CHOCOLATE *LIGHT* UTILIZANDO FARINHA DO MESOCARPO DE MARACUJÁ E HIDROCOLÓIDES

MARCELA MORI MACHADO

Produtos com substituição parcial ou total de gorduras veem sendo pesquisados, em virtude à incidência de doenças cardiovasculares estarem relacionadas ao seu consumo excessivo. Para esta substituição tem-se utilizado hidrocolóides que permitem obter produtos com características similares ao com gordura, e com redução do teor calórico dos alimentos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da adição de hidrocolóides (goma xantana, goma guar, goma acácia) e farinha da casca de maracujá nas características reológicas, microestruturais de bolos de chocolate *light*. O nível de substituição da gordura foi avaliado por meio da Metodologia de Superfície de Resposta (MSR), onde as variáveis foram os hidrocolóides goma xantana, goma acácia e goma guar (0, 0,75 e 1,50%), farinha de maracujá (10, 20 e 30%) e gordura vegetal (0, 50 e 100%) e as variáveis respostas foram solubilidade, taxa de hidratação e absorção de gorduras nas farinhas, viscosidade e gravidade específica das formulações, análise centesimal, cor, textura, volume específico e análise sensorial dos bolos. Os resultados encontrados confirmam a possibilidade de obtenção de bolos de chocolate *light* quando substituído à gordura vegetal por goma xantana, as características do bolo *light* apresentaram aparência, aroma, sabor e textura com resultados similares quando comparado ao bolo padrão. Dessa forma, os hidrocolóides são uma opção à indústria alimentícia em substituição às fontes lipídicas utilizadas em produtos de panificação. As formulações onde há associação de gordura e hidrocolóide apresentaram menor

viscosidade e menor gravidade específica. Em relação à composição centesimal, as formulações com adição de farinha da casca de maracujá e hidrocolóides apresentaram maiores teores de fibras, umidade e proteína. Entretanto, apresentaram menores concentrações de lipídios, carboidratos de valor calórico total, podendo serem classificados, de acordo com a legislação, como alimentos *light* e fonte de fibras;

Palavras-chave: farinha de maracujá, hidrocolóides e gordura vegetal

DEVELOPMENT OF FORMULATIONS OF LOW FAT CHOCOLATE CAKES USING MEAL OF MESOCARP PASSION FRUIT AND HYDROCOLLOIDS

Products with partial or total fat separation have been investigated due to the incidence of cardiovascular diseases related to excessive consumption. For this substitution hydrocolloids have been used, that allow to obtain products with characteristics similar to fat, and with a reduced calorie food content. The objective of this study was to evaluate the influence of adding hydrocolloids (xanthan gum, guar gum, acacia gum) and passion fruit peel flour on rheological properties, microstructure of low fat chocolate cakes. The replacement level of fat was evaluated by Response Surface Methodology (RSM), where the variables were the hydrocolloids xanthan gum, acacia gum and guar gum (0, 0.75 and 1.50%), passion fruit flour (10, 20 and 30%) and vegetable fat (0, 50 and 100%) and the variables were solubility, rate of moisture and fat absorption in the flour, viscosity and specific gravity of the formulations, proximate analysis, color, texture, specific volume and sensory evaluation of cakes. The results confirm the possibility of obtaining low fat chocolate cake with replacement of vegetable fat by xanthan gum, the characteristics of the low fat cake had appearance, aroma, flavor, texture and color with similar results when compared to standard cake. Hydrocolloids are an option for the food industry to replace the lipid sources used in bakery products. The formulations where no association hydrocolloid fat and had lower viscosity and lower specific gravity. In relation to their composition, formulations with added passion fruit peel flour and hydrocolloids showed higher levels of fiber, protein and moisture. However, had lower concentrations of lipids, carbohydrates total caloric value and can be classified in accordance with the law, as light food and fiber source;

Keywords: Passion fruit flour, vegetable fat and hydrocolloids

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivo Específico	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1. Alimentos Funcionais e Fibras Alimentares	17
3.2. Obesidade	20
3.3. Doenças Associadas e Dietoterapia	24
3.3.1. Obesidade e Dieta	24
3.3.2. Pressão Arterial e Dieta	26
3.3.3. Hipertrigliceridemia, HDL e Dieta	26
3.4 FARINHA	27
3.5 CASCA DO MARACUJÁ	30
3.6 RESÍDUOS	33
3.7 GORDURAS	34
3.8 HIDROCOLÓIDES	36
3.8.1 Goma Xantana	37
3.8.2 Goma Guar	39
3.8.3 Goma Acácia	41
3.8.4 Influência de Hidrocolóides em Panificação	45
3.9 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO	45
4 MATERIAL E MÉTODOS	48
4.1 Matéria Prima	48
4.2 Caracterização Físico-Química das Farinhas	48
4.2.1 Solubilidade	49
4.2.2 Taxa de Hidratação	49
4.2.3 Absorção de Gorduras	49
4.3 Preparo das Formulações de Bolo de Chocolate	50
4.4 Caracterização Físico-Química das Formulações	52
4.4.1 Viscosidade das Formulações	52
4.4.2 Gravidade Específico	52
4.5 Caracterização Físico-Química dos Bolos	53
4.5.1 Análise Centesimal	53

4.5.1.1	Determinação de Umidade	53
4.5.1.2	Determinação de Cinzas	54
4.5.1.3	Determinação de Proteína	54
4.5.1.4	Determinação dos Lipídios	55
4.5.1.5	Determinação de Fibras	56
4.5.1.6	Determinação de Carboidratos	56
4.5.1.7	Determinação de Energia	56
4.5.2	Cor	57
4.5.3	Textura	57
4.5.4	Volume Específico	58
4.5.5	Análise Sensorial	58
5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	59
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	60
6.1	Avaliação Sensorial	60
6.2	Intenção de Compra dos Bolos de Chocolates <i>Light</i> e Bolo Padrão	60
6.3	Características Físico-Químicas das Farinhas	69
6.3.1	Solubilidade, Taxa de Hidratação, Absorção de Gordura	69
6.4	Características Físico-Químicas das Formulações	71
6.4.1	Viscosidade	71
6.4.2	Gravidade Específica	72
6.5	Caracterizações Físico-Químicas dos Bolos de Chocolate <i>Light</i>	73
6.5.1	Análise Centesimal	73
6.5.2	Análise da Cor dos Bolos Formulados	76
6.5.3	Textura	81
6.5.4	Volume Específico	82
7	CONCLUSÃO GERAL	84
8	REFERÊNCIAS	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Morfologia do Fruto do Maracujá	32
Figura 2 - Estrutura molecular da goma xantana	38
Figura 3 - Estrutura molecular da goma guar	40
Figura 4 - Estrutura molecular da goma acácia	42
Figura 5 - Ficha de avaliação sensorial pelo método da aceitação	59
Figura 6 - Diagrama de pareto para análise de bolos de chocolate <i>light</i> com incorporação de farinha de maracujá e goma xantana nas formulações	63
Figura 7 - Superfícies de resposta para o atributo sensorial aparência das formulações de bolos de chocolate <i>light</i> utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.....	64
Figura 8 - Superfícies de resposta para o atributo sensorial aroma das formulações de bolos de chocolate <i>light</i> utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.....	64
Figura 9 - Superfícies de resposta para o atributo sensorial sabor das formulações de bolos de chocolate <i>light</i> utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.....	65
Figura 10 - Superfícies de resposta para o atributo sensorial textura das formulações de bolos de chocolate <i>light</i> utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.....	65
Figura 11 - Superfícies de resposta para o atributo sensorial impressão global das formulações de bolos de chocolate <i>light</i> utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.....	65
Figura 12 - Intenção de compra para os bolos de chocolate <i>light</i> formulados com adição de goma xantana e o bolo padrão.....	69
Figura 13 – Fotografia das formulações 3	79
Figura 14 – Fotografia da formulação 5	79
Figura 15 - Fotografia da formulação 7	80
Figura 16 - Aparência da crosta e do miolo dos bolos de chocolate <i>light</i> com incorporação de farinha de maracujá com goma xantana, goma guar e goma acácia na formulação 3.....	80

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do Estado Nutricional, segundo o Índice de Massa Corpórea (IMC) e o Risco de Comorbidades	22
Tabela 2 - Recomendações e orientações sobre controle do peso e promoção da saúde	25
Tabela 3 - Teor de Fibras Alimentares da Casca do Maracujá	31
Tabela 4 - Formulação de bolos de chocolate padrão e <i>light</i>	51
Tabela 5 - Delineamento experimental e seus valores codificados e reais	51
Tabela 6 – Delineamento experimental da avaliação sensorial de bolos de chocolate <i>light</i> elaborados com adição de farinha de maracujá e goma xantana com diferentes níveis de substituição.....	61
Tabela 7 – Médias de aceitação de bolos <i>light</i> com adição de farinha de maracujá e goma xantana, em diferentes níveis de substituição.....	61
Tabela 8 – Médias de aceitação de bolos <i>light</i> com adição de farinha de maracujá e goma guar, em diferentes níveis de substituição	67
Tabela 9 – Médias de aceitação de bolos <i>light</i> com adição de farinha de maracujá e goma acácia, em diferentes níveis de substituição.....	67
Tabela 10 - Análise dos parâmetros de solubilidade, taxa de hidratação e absorção de gordura das farinhas.....	70
Tabela 11 - Análise dos parâmetros de viscosidade e gravidade específica das massas cruas	72
Tabela 12 - Composição centesimal dos bolos de chocolates <i>light</i> formulados comparando-se com bolo padrão.....	74
Tabela 13 - Análise dos parâmetros de cor L, a+, b+, textura e volume específico dos bolos de chocolate <i>light</i>	77

1. INTRODUÇÃO

O lançamento de novos produtos no mercado tem sido incentivado pela divulgação de trabalhos sobre a correta ingestão de nutrientes para a manutenção da saúde e pelo interesse dos consumidores por alimentos saudáveis. O desenvolvimento de produtos com baixo teor de gordura, calorias e colesterol são algumas das tendências na indústria de alimentos (Córdova *et al.*, 2005).

A procura por produtos *light* e *diet* tem crescido muito e tende a aumentar ainda mais. Até 2011, as vendas desses produtos corresponderam, a cerca de 15 bilhões de dólares, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos e para Fins Especiais (ABIAD). Um dos fatores que favoreceu o aumento no consumo destes produtos foi a nova imagem dos consumidores frente às palavras *light/diet*, que eram associadas apenas às pessoas que tinham problemas de saúde ou queriam perder peso, e que passaram a abranger também aos consumidores que prezam por um corpo saudável e em boa forma. Hoje, 35% das famílias brasileiras consomem algum tipo desses produtos (Ribeiro *et al.*, 2010).

Atualmente, existem diversos alimentos industrializados ricos em fibras que auxiliam no processo de perda de peso, pois, absorvem a gordura livre no trato gastrointestinal sendo posteriormente excretada. As fibras alimentares estão entre os principais fatores da alimentação na prevenção de doenças crônicas e no tratamento da obesidade. As fibras de origem vegetal muitas vezes não são utilizadas em seu consumo *in natura* sendo descartadas, como por exemplo, a casca do maracujá (Sabanis *et al.*, 2009).

A farinha da casca de maracujá é rica em uma fibra solúvel chamada pectina que quando ingerida forma um gel, dificultando a absorção de carboidratos e gorduras

no processo digestivo, conseqüentemente auxilia na redução da taxa de glicemia e de colesterol (Córdova *et al.*, 2005).

O setor de panificação tem procurado alternativas para o enriquecimento e melhoria da qualidade de seus produtos, a incorporação da farinha de casca de maracujá vem sendo estudada como ingrediente de bolos, biscoitos e pães (Zambrano *et al.*, 2005). Os aditivos alimentares naturais também tem sido alvo de pesquisa deste setor, onde busca-se substâncias capazes de melhorarem as características sensoriais, estruturais e que promovam benefícios a saúde.

Os hidrocolóides são aditivos que podem ser aplicados como agentes espessantes e gelificantes, sendo que na panificação possibilitam a substituição parcial e/ou total de gorduras. Alguns hidrocolóides agem do mesmo modo que as fibras, não sendo metabolizados e promovendo o retardamento do esvaziamento gástrico. Com estas características e associadas à melhoria de textura vêm sendo amplamente utilizados em produtos de panificação (Zambrano *et al.*, 2005).

O bolo é um produto de panificação que vem adquirindo crescente importância no que se refere ao consumo e a comercialização no Brasil, principalmente em virtude ao desenvolvimento técnico que possibilitou mudanças nas indústrias que passaram da pequena a grande escala (Borges *et al.*, 2006). Embora não constitua alimento básico como o pão, o bolo é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade (Moscatto *et al.*, 2004).

Segundo Borges *et al.*, (2010), o mercado das pré-misturas para bolos no Brasil tem crescido muito, demonstrando tendências de sofisticação em suas formulações. Dessa forma, os bolos confeccionados a partir de pré-misturas devem apresentar características essenciais, como textura macia, superfície uniforme e permanecer inalterado ao longo da vida de prateleira.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da adição de hidrocolóides (goma xantana, goma guar, goma acácia) e farinha da casca de maracujá nas características de viscosidade e microestruturais de bolos de chocolate *light*.

2. OBJETIVO

2.1.OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da adição de hidrocolóides (goma xantana, goma guar, goma acácia) e farinha da casca de maracujá nas características de viscosidade, microestruturais de bolos de chocolate *light*.

2.2.OBJETIVO ESPECÍFICO

Os objetivos deste trabalho são:

1. Avaliar as farinhas quanto solubilidade em água, taxa de hidratação e absorção de gorduras;
2. Desenvolver formulações de bolos substituindo gordura vegetal por hidrocolóides (goma xantana, goma guar, goma acácia) nas concentrações de 0 a 1,5% e substituindo farinha de trigo por farinha da casca de maracujá nas concentrações de 10 a 30%;
3. Avaliar as formulações quanto à viscosidade e gravidade específica;
4. Avaliar os bolos obtidos quanto à análise centesimal, cor, textura e volume específico;
5. Avaliar os bolos quanto o aspecto sensorial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1.ALIMENTOS FUNCIONAIS E FIBRAS ALIMENTARES

Alimento funcional, é todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos, fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (ANVISA, 1999).

A procura incessante por alimentos de boa qualidade que forneçam, além da energia necessária para as funções do organismo, benefícios à saúde tem repercutido na evolução de pesquisas, na tentativa de prevenir ou amenizar as consequências que patologias como doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e diabetes causam ao indivíduo (Capriles *et al.*, 2012).

Atualmente, os consumidores preferem alimentos prontos para o consumo e uma dieta que é baixa em calorias, baixo teor de colesterol, baixo teor de gordura ou em outras palavras "alimentos saudáveis". De acordo com essa tendência, os consumidores também querem comer alimentos com alto teor de fibra (Ayadi, *et al.*, 2009).

Os fatores dietéticos podem exercer um papel importante tanto nos componentes individuais como na redução de risco de doenças como obesidade, hipertensão e dislipidemias. Dados recentes associam a presença dessas doenças ao menor consumo de grãos integrais, frutas e vegetais. Existe uma estreita relação entre estes alimentos e as fibras alimentares e é provável que as fibras estejam mais diretamente relacionadas a estes efeitos. (Damião *et al.*, 2011).

As fibras alimentares são polissacarídeos de plantas e lignina que resistem a hidrólise do aparelho digestivo humano (Schulze *et al.*, 2004). Peressini *et al.*, (2009) relataram que a quantidade recomendada de ingestão de fibras dietéticas por adultos é de 25-38 g/dia. Fibra alimentar refere-se a partes de frutas, legumes, cereais e verduras que não podem ser digeridas pelo ser humano. Estudos apresentam que o consumo de quantidades adequadas de fibra dietética reduz significativamente o risco de doenças degenerativas, incluindo a diabetes, obesidade, doenças coronárias, câncer e cálculos biliares (Ahmad, 1995; Mello *et al.*, 2009).

As fibras são divididas de acordo com a solubilidade em água, como as fibras solúveis e insolúveis. As fibras solúveis são as pectinas, beta-glicanas, gomas, mucilagens, e algumas hemiceluloses, já as fibras insolúveis são a celulose, lignina, hemiceluloses e pectinas insolúveis. Esta classificação é importante porque a ação das fibras solúveis é diferente das insolúveis. Ao alcançar o intestino grosso, a fração solúvel da fibra é fermentada pela flora bacteriana natural, enquanto que, a fração insolúvel permanece quase totalmente intacta. A fibra solúvel promove o aumento do volume intra-luminal (Raupp, 2000).

De acordo com Mello *et al.*, (2009) a maioria dos alimentos contém ambas as frações sendo a proporção de fibras, de acordo com as médias ocidentais, 1:3 de fibra solúvel insolúvel. As propriedades físico-químicas das fibras alimentares proporcionam diferentes efeitos fisiológicos no organismo. As fibras solúveis diminuem o esvaziamento gástrico, a absorção de glicose e reduzem o colesterol sanguíneo. Já as fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, contribuindo assim para a diminuição do risco de doenças do trato gastrointestinal, pois tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida (Mattos *et al.*, 2000).

A pectina e as gomas retardam o esvaziamento gástrico e aumentam a viscosidade do suco duodenal, sendo que a pectina diminui o pH do suco duodenal. As fibras solúveis diminuem a velocidade do trânsito intestinal, bem como sendo a absorção no intestino delgado, independente da origem, interferem na absorção de numerosos nutrientes, tais como zinco, ferro, cálcio fósforo, magnésio, glicose e sais biliares (Suter, 2005).

As fibras alimentares também têm propriedades que podem ser utilizados na formulação de alimentos, resultando na modificação de textura e aumento da estabilidade dos alimentos durante a produção e armazenamento (Thebaudin *et al.*, 1997). O valor nutricional e as propriedades das fibras da dieta são importantes para o desenvolvimento potencial de uma vasta gama de alimentos enriquecidos por exemplo, produtos de panificação, molhos, bebidas, cereais, biscoitos, laticínios.

O enriquecimento dos produtos alimentícios pode ser pelo uso de matéria-prima naturalmente rica em fibras ou pelo uso de preparações comerciais com alto teor de fibras adicionadas como ingredientes na sua produção. Dessa forma, a indústria já mostrou diversos tipos de alimentos ricos em fibras como biscoito e pães, onde são utilizadas farinhas mistas de forma bem significativa, em destaque a utilização da aveia (Galisteo *et al.*, 2008), da casca de banana (Ferreira *et al.*, 2008), além do pó de cupuaçu (Esteller *et al.*, 2006), dentre outros, em substituição parcial à farinha de trigo. Contudo, ainda existe um desafio industrial que é agregar ao mercado produtos novo, porém com alto potencial de benefício à saúde.

3.2.OBESIDADE

A obesidade deixou de ser um problema particular para se tornar um importante problema de saúde pública da atualidade. Sua prevalência vem aumentando nas últimas décadas em todo o mundo, principalmente em países desenvolvidos, acometendo também países em desenvolvimento, como o Brasil (Terres *et al.*, 2006). Dentre as regiões do País, a Sul apresenta as maiores prevalências de obesidade chegando a 15,8 % de obesidade na população adulta, sendo semelhantes e até superiores a países desenvolvidos (Ministério da Saúde, 2011)

A obesidade é provavelmente o mais antigo distúrbio metabólico, sendo considerada a mais importante desordem nutricional nos países desenvolvidos. A obesidade pode ser definida, de forma simplificada, como uma doença caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, sendo consequência do balanço energético positivo e que acarreta repercussões à saúde com perda importante não só na qualidade como na expectativa de vida (Mendonça, 2004).

A Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra que em todas as regiões do Brasil, em todas as faixas etárias e em todas as faixas de renda aumentou contínua e substancialmente o percentual de pessoas com excesso de peso e obesas. O sobrepeso atinge mais de 30% das crianças entre 5 e 9 anos de idade, cerca de 20% da população entre 10 e 19 anos, 48% das mulheres e 50,1% dos homens acima de 20 anos. Entre 20% da população considerada na faixa A com mais de 20 anos o excesso de peso chega a 61,8%. Também nesse grupo concentra-se o maior percentual de obesos atingindo um percentual de 16,9% (IBGE, 2010).

O aumento no número de obesos é influenciado pela mudança na dieta dos brasileiros, que vem substituindo o arroz, feijão e hortaliças por bebidas e alimentos industrializados, como refrigerantes, biscoitos, carnes processadas e alimentos prontos, todos com alto teor calórico e pouco nutritivo (Terres *et al.*, 2006).

O Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil - da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009, mostrou que a população acima do peso está espalhada em todas as regiões do Brasil, com maior prevalência no Sul, Sudeste e Centro-Oeste. O problema atingiu cerca de metade dos adultos em todas as regiões, com destaque para o Sul (56,8% dos homens, 51,6% das mulheres) e Sudeste (52,4 e 48,5% para homens e mulheres, respectivamente).

O Índice de Massa Corporal (IMC) tem sido o indicador mais utilizado, nos estudos epidemiológicos, para diagnosticar o excesso de peso. O IMC não mede diretamente a proporção de gordura no corpo, mas é a medida de escolha para estimar a prevalência de obesidade em estudos populacionais por ser de uso prático, simples, reprodutível, com valor diagnóstico e prognóstico. A OMS faz recomendações de pontos de corte para definir sobrepeso e obesidade com base em estudos que evidenciaram aumento intenso de mortalidade associado a altos valores de IMC (World Health Organization, 1997)

O sobrepeso e obesidade são definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como: sobrepeso - IMC superior a 25% e obesidade - IMC superior a 30%. O IMC é obtido pela divisão da massa corporal (em quilogramas) pela estatura ao quadrado (em metros).

equação 1

$$\text{IMC} = \text{PT} / \text{E}^2$$

Onde: PT = peso total (Kg) E = estatura (m)

O estado nutricional do indivíduo é classificado em função do valor do IMC (Tabela 1), sendo dividido em seis estágios: baixo peso, intervalo normal, sobrepeso, obesidade grau I, obesidade grau II e obesidade grau III.

Tabela 1 - Classificação do Estado Nutricional, segundo o Índice de Massa Corpórea (IMC) e o Risco de Comorbidades

Classificação	IMC	Risco de Comorbidades
Baixo peso	< 18,5	Baixo (embora o risco de outros problemas clínicos)
Intervalo normal	18,5 a 24,9	Médio
Sobrepeso	25,0 a 29,9	Aumentado
Obeso grau I	30,0 a 34,9	Moderado
Obeso grau II	35,0 a 39,9	Severo
Obeso grau III	Igual ou superior a 40	Muito severo

Nunes *et al.*, 2006.

Além da associação com excesso de peso, as tendências observadas no consumo alimentar - redução do consumo de frutas, fibras, verduras e legumes - favorecem o aumento da prevalência de outras doenças crônicas não transmissíveis, já que o consumo usual desses alimentos é apontado como um fator de redução para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes e certos tipos de câncer, como

de: boca, faringe, esôfago, estômago e cólon reto (Monteiro *et al.*, 2000; Filozof *et al.*, 2001).

Os potenciais prejuízos à saúde estão relacionados tanto à quantidade excessiva de energia e quanto à deficiência de micronutrientes. A explicação dessas relações pela associação entre o consumo de gorduras saturadas, colesterol e gorduras totais e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e de diversos tipos de câncer foi analisada em documento elaborado pela Organização Mundial da Saúde – OMS (World Health Organization, 2003).

A mudança nos hábitos alimentares com a substituição de alimentos ricos em fibras, vitaminas e minerais, por produtos industrializados que são fontes de açúcar simples e gordura é um dos mais importantes fatores etiológicos na obesidade. (Tardido *et al.*, 2006). É importante destacar que a relação entre dieta e excesso de peso pode decorrer tanto do aumento no volume de alimento consumido – quantidade - como pelo maior consumo de alimentos de alta densidade energética – qualidade - ou pela combinação dos dois (French *et al.*, 2001). Para Mendonça (2004), a alimentação fora de casa e a ampliação do uso de alimentos industrializados e processados contribuem para o quadro atual de excesso de peso.

Vários estudos evidenciam que as alterações no estado nutricional relacionadas ao sobrepeso e obesidade variam de acordo com a idade, o sexo, renda, raça, escolaridade e outras características socioeconômicas, isso faz com que as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) também apareçam de forma diferente nos distintos segmentos da população. É evidente que as classes menos favorecidas terão condições diferenciadas de acesso a informações, a alimentos de elevada qualidade nutricional, que geralmente são de alto custo, a serviços de saúde e tratamento, acentuando ainda

mais as distinções na distribuição dos fenômenos de saúde-doença (Molarius *et al.*, 2000).

3.3.DOENÇAS ASSOCIADAS E DIETOTERAPIA

As consequências do excesso de peso à saúde têm sido demonstradas em diversos trabalhos (Baumgartner *et al.*, 1995; Pi-Sunyer, 1991; Van 1985). A obesidade é fator de risco para hipertensão arterial, hipercolesterolemia, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer (Steemburgo *et al.*, 2009).

3.3.1. OBESIDADE E DIETA

A obesidade, em destaque a de distribuição abdominal, associa-se a um maior risco cardiovascular decorrente da incidência de diabetes, hipertensão arterial, dislipidemia, além de um risco maior de mortalidade em geral.

O tratamento não farmacológico proposto para obesidade propõe vários tipos de intervenção dietoterápica. Dietas hipocalóricas que variam entre 800-1500 kcal/dia para pacientes com sobrepeso ou obesidade, proporcionam uma redução de aproximadamente 8% do peso corporal após um período de seis meses de tratamento. Em um estudo de metanálise foi observado que o tratamento de obesos com uma dieta com baixo conteúdo de gordura, além de promover melhores efeitos lipídicos, foi mais eficaz na redução de peso de que as dietas com baixo teor de carboidratos (Chandalia *et al.*, 2000).

Entretanto, a diminuição no consumo energético diário é o fator mais determinante para uma perda efetiva de peso, pois a associação da dieta com a atividade

física aumenta a perda de peso e a diminuição da gordura abdominal (Klein *et al.*, 2004).

A dieta hipocalórica e hipolípida deve estar associada no tratamento da obesidade, sendo recomendado o consumo de frutas, vegetais, carnes magras e cereais integrais de forma regular. A Tabela 2 apresenta algumas recomendações dietéticas no tratamento do controle de peso por diferentes instituições.

Tabela 2 - Recomendações e orientações sobre controle do peso e promoção da saúde.

Instituição/Organização	Recomendação
United States Preventive Services Task Force (1996)	Dieta restrita em gordura, particularmente saturada, e rica em frutas, vegetais e grãos.
United States Department of Agriculture (USDA) (2000); American Dietetic Association (2002)	Ingesta abundante de grãos, vegetais e frutas, com restrição de açúcar e gordura.
National Cancer Institute (2004)	Programa de 5 dias encorajamento a ingesta de frutas e vegetais, com inclusão de 20 a 35g de fibras/dia com menos de 30% das calorias de gordura.
American Heart Association (2000)	55% ou mais de calorias de carboidratos e 30% ou menos de gorduras (7 a 10% de gordura trans/saturadas, 10% poliinsaturadas e 15% monoinsaturadas).
American Diabetes Association (Franz <i>et al.</i> , 2002)	55% de calorias de carboidratos, até 30% gorduras (10% de gordura trans/saturadas, 10% (poliinsaturadas) e 15 a 20% de proteínas).
National Academies of Science's Institute of Medicine (IOM) (Food Nutr., 2002)	45 a 65% de calorias de carboidratos, 20 a 35% de gorduras e 10 a 35% de proteínas.

Nunes *et al.*, 2006.

3.3.2 PRESSÃO ARTERIAL E DIETA

Entre os fatores ambientais que estão relacionados aos níveis pressóricos, o hábito alimentar diário parece exercer um importante papel tanto em relação à redução quanto ao tratamento da hipertensão arterial sistêmica. Em pacientes hipertensos o seguimento de uma dieta saudável rica em frutas, verduras, produtos lácteos pobres em gorduras e associada a um consumo restrito de sódio, reduz a pressão arterial (Katcher *et al.*, 2008).

3.3.3. HIPERTRIGLICERIDEMIA, HDL E DIETA

A redução dos níveis dos triglicerídeos pode ser alcançada por meio da redução do consumo de carboidratos de rápida absorção (Ludwig 2002). O consumo de ácido graxos ômega-3 derivados de peixes de água salgada é capaz de reduzir a hiperglicemia. A dieta mediterrânea, caracterizada por ser rica em cereais integrais, frutas, vegetais e com uma elevada proporção de gordura monoinsaturada em relação às saturadas, melhora o perfil lipídico de pacientes com risco cardiovascular elevado (Katcher *et al.*, 2008).

A hiperglicemia é definida como glicose de jejum alterada, tolerância à glicose diminuída ou Diabetes Melitus (DM) tipo 2. Dietas que levem em consideração o índice glicêmico (IG) dos alimentos está entre as propostas atuais para manejo da hiperglicemia, em especial para pacientes com DM. Uma dieta com alimentos com baixa carga glicêmica (produto do IG de um alimento e o total de carboidratos deste alimento), associada ao elevado consumo de fibras, particularmente dos cereais integrais, é capaz de reduzir o risco de desenvolvimento de DM (Schulze *et al.*, 2004).

O elevado consumo de fibras, particularmente as solúveis, tem efeitos benéficos no metabolismo da glicose e dos lipídios (Kallio *et al.*, 2007).

O acréscimo de fibras ao hábito alimentar tem sido indicado para o tratamento e a profilaxia de diversas condições clínicas em destaque a obesidade. Os fatores dietéticos exercem um papel fundamental tanto nos componentes individuais como na redução e controle de doenças, sendo destaque a utilização de fibras alimentares.

3.4 FARINHA

A farinha é o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 ANVISA.

Para Tedrus *et al.*, (2001), dentre as diversas farinhas apenas a de trigo tem a capacidade de formar uma massa viscoelástica que prende o gás produzido durante a fermentação e nos primeiros estágios de cozimento do pão, dando origem a um produto leve. As proteínas, mais especificamente as formadoras do glúten, são as principais responsáveis por esta característica própria do trigo e composto por duas frações protéicas: a gliadina e a glutenina. Contudo, o centeio e o triticale (um híbrido de centeio e trigo) são os que mais se assemelham as características do trigo, porém seus resultados finais geram massas com baixa capacidade de retenção de gás. Dois pontos determinam o volume do pão: a quantidade de gás produzido durante a fermentação e a capacidade de retenção desse gás pela massa.

Segundo Gutkoski *et al.*, (2002), no ponto de vista do panificador, a farinha de boa qualidade deve possuir alta capacidade de absorção de água, boa tolerância a

mistura, glúten bem balanceado e alta teor de proteínas. Já para o consumidor, o trigo de boa qualidade é aquele capaz de produzir pães de grande volume, com textura interna e externa adequada, cor clara e alto valor nutritivo.

Grande parte dos produtos de panificação é composto por ingredientes que desempenham diversas funções específicas no processo de produção da massa. Dentre essas funções pode-se destacar a farinha de trigo que é o componente estrutural da massa e constitui o ingrediente fundamental para obtenção de produtos de panificação. A farinha de trigo possui proteínas – a gliadina e glutenina – com características funcionais únicas, capazes de formar uma rede, o glúten. O glúten é formado quando a farinha de trigo, a água e os demais ingredientes da massa são misturados e sofrem a ação de um trabalho mecânico. À medida que a água começa a interagir com as proteínas insolúveis da farinha de trigo (glutenina e gliadina) a rede de glúten começa a ser formada. Assim, o glúten é formado pela interação entre moléculas de gliadina e glutenina que ao se hidratarem formam uma rede. O interesse do glúten nos processos de panificação esta basicamente ligado a sua capacidade de dar extensibilidade e consistência à massa, além de reter o gás carbônico proveniente da fermentação, promovendo o aumento de volume desejado (Tedrus *et al.*, 2001).

A água é também um ingrediente imprescindível na formação da massa. Ela hidrata as proteínas da farinha de trigo, tornando possível a formação de rede de glúten. A água atua também como solvente e plastificante e permite que, durante o processo de cozimento, ocorra o fenômeno de gelatinização do amido (Gutkoski *et al.*, 2002).

O sal também exerce algumas funções importante, tais como: controlar a fermentação, fortificar o glúten, já que a gliadina tem maior solubilidade na água com sal, o que proporciona uma maior formação do glúten, e é decisivo na hidratação das massas e atua também como ressaltador de sabores (Alvim *et al.*, 2002).

As gorduras na panificação diminuem as cadeias de glúten, dando maciez e umidade à massa, além de prolongar a vida útil do pão. Contribuem para dar sabor, cor, textura, além de auxiliar como aerador de produtos elaborados com o método cremoso, permitindo à incorporação de ar a massa (Tedrus *et al.*, 2001).

Embora todos os constituintes possam variar em grau de importância no processo de fabricação, todos exercem determinada função. Muitas vezes, a maior ou menor importância desses ingredientes está associada com a quantidade adicionada à massa e ao tipo de produto (Borges *et al.*, 2010).

Na década de 60, a utilização de farinhas mistas tinha como propósito a substituição parcial da farinha de trigo para redução das importações desse cereal. Posteriormente, as pesquisas com farinhas mistas foram direcionadas para a melhoria da qualidade nutricional de produtos alimentícios e para suprir a necessidade dos consumidores por produtos diversificados (Tiburcio, 2000). Vários fatores devem ser considerados na utilização de farinhas mistas para produção de alimentos. As características das farinhas devem reduzir ao máximo os efeitos da substituição para se obter alimentos com cor aceitável, sabor agradável e boa textura (Souza *et al.*, 2004).

A adição de fibra alimentar em um produto requer o conhecimento das suas propriedades físico-químicas, pois, dependendo da concentração incorporada, as características sensoriais modificam-se significativamente, contribuindo para uma diminuição da aceitação pelo mercado consumidor (Couto *et al.*, 2004).

A fibra alimentar apresenta diversas aplicações na indústria de alimentos, podendo ser utilizada em substituição à gordura, ao amido ou ainda atuando como agente estabilizante, espessante e emulsificante. Por isso, a fibra alimentar pode ser incorporada aos inúmeros produtos alimentícios como as sopas, as sobremesas, os biscoitos, os molhos, as bebidas, as massas e os pães (Freitas *et al.*, 2002).

As farinhas ricas em fibra estão sendo utilizadas cada vez mais na elaboração de produtos de panificação e massas alimentícias, ampliando a oferta de produtos com elevado teor de fibra, tanto para os consumidores sadios quanto para aqueles que apresentam algumas doenças crônicas não transmissíveis (Galisteo *et al.*, 2008).

3.5 CASCA DO MARACUJÁ

A casca do maracujá é composta por duas partes: epicarpo, a parte colorida, e o mesocarpo, a parte branca. A primeira é rica em pectina, fonte de niacina, ferro, cálcio e fósforo, além de possuir propriedades funcionais. As propriedades do albedo têm sido estudadas principalmente em relação ao teor e tipo de fibras presentes e são essenciais à saúde por possuir capacidade de reduzir o LDL, aumentar o HDL, ser indicada como auxiliar no tratamento de diabetes e redução de peso, pois a pectina do albedo retém água formando géis viscosos que retardam o esvaziamento gástrico o trânsito intestinal (Gutkoski *et al.*, 2007; Galisteo *et al.*, 2008).

Contudo, o albedo de maracujá não deve mais ser considerado um resíduo industrial, visto que suas características funcionais permitem o seu uso no desenvolvimento de novos produtos, tais como: geléias, bolos e barra de cereal (Galisteo *et al.*, 2008).

Oliveira *et al.*, (2002) relataram que as cascas do maracujá são utilizadas como ração animal no Brasil, e no exterior. Porém, na alimentação para humanos, as cascas do maracujá-amarelo são empregadas na produção de geléia comum, que resulta num produto de boa consistência, sabor e cor aceitável.

O peso da casca e sementes corresponde a 76,5% do peso total da fruta, o que causa uma preocupação para o setor industrial visto que é considerado como parte a fruta não aproveitável, assim vêm sendo desenvolvidos novos produtos para aproveitamento destas frações (Ferrari *et al.*, 2004).

Córdova *et al.*, (2005) ressaltaram que muitas propriedades funcionais da casca do maracujá tem sido estudadas nos últimos anos, principalmente, aquelas relacionadas com o teor e tipo de fibras presentes. A Tabela 3 apresenta o teor de fibra da casca do maracujá. A casca representa 52% da composição mássica da fruta e não deve mais ser considerada como resíduo industrial, uma vez que suas características e propriedades funcionais podem ser utilizadas para o desenvolvimento de novos produtos, sendo rica em sais minerais e fibra do tipo solúvel (pectinase mucilagens) que é benéfica ao ser humano.

Tabela 3 – Teor de Fibras Alimentares da Casca Maracujá

Parâmetros	Base Úmida	Base Seca
Fibra bruta (g/100g)	3,75	-
Fibra alimentar total (g/100g) (Solução tampão)	5,81	-
Fibra alimentar total (g/100g) (Solução mes-tris)	-	57,32
Fibra solúvel (g/100g) (Solução tampão)	2,10	-
Fibra solúvel (g/100g) (Solução mes-tris)	1,58	-
Fibra insolúvel (g/100g) (Solução tampão)	5,57	-
Fibra insolúvel (g/100g) (Solução mes-tris)	6,30	-

Córdova *et al.*, (2005).

A figura 1 apresenta o fruto do maracujá e sua seção transversal. Pode-se observar que o fruto é uma baga de forma subglobosa ou ovóide, que está fixado através de um pedúnculo, com epicarpo (casca) às vezes lignificado. A casca é de textura

coriácea e a coloração varia do amarelo intenso ao roxo no final da maturação. O mesocarpo tem uma espessura variada entre 0,5 a 4,0 cm, e carnosos e no seu interior encontram-se o endocarpo (polpa), e as sementes recobertas pelo arilo carnosos, o qual contém uma polpa amarela e aromática. O desenvolvimento do arilo é relacionado com as sementes (Durigan *et al.*, 2002).

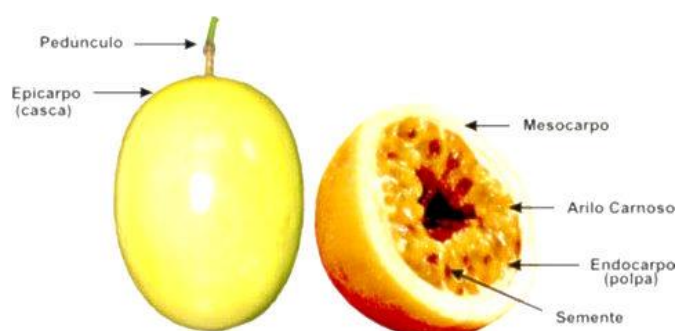


Figura 1 - Morfologia do Fruto do maracujá
(www.faep.com.br).

A casca do maracujá é composta pelo epicarpo (casca) e mesocarpo (parte branca), sendo este rico em pectina, espécie de fibra solúvel, fonte de niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, e fósforo. É rico em minerais que atuam na prevenção da anemia (ferro), no crescimento e fortalecimento dos ossos (cálcio) e na formação celular (fósforo). Quanto à composição de fibras, a casca do maracujá constitui produto vegetal rico em fibra do tipo solúvel (pectinas e mucilagens), benéfica ao ser humano (Córdova *et al.*, 2005).

O uso de pectinas em alimentos é permitido em todos os países do mundo por ser um aditivo seguro sem dose/diária limite, sendo que a quantidade a ser usada depende apenas da textura desejada a um determinado produto. Esses polímeros podem ser utilizados em grande número de alimentos, atuando como agentes geleificantes,

espaesantes, emulsificantes, estabilizantes e, recentemente, como substituintes de açúcar e gordura em alimentos dietéticos. Esta multifuncionalidade das pectinas se origina da natureza de suas moléculas, com regiões polares e não-polares que tornam possível sua incorporação em diversos sistemas alimentícios. Podem ser usadas em alimentos como geléias, sobremesas, bebidas dietéticas e molhos (Cheftel, 2000).

Segundo Córdova *et al.*, (2005) pesquisas têm evidenciado as propriedades funcionais da casca do maracujá, especialmente àquelas relacionadas ao teor e o tipo de fibra. Essas características e propriedades funcionais fazem com que a casca de maracujá seja considerada um produto de alta qualidade nutricional, uma vez que pode ser utilizada na elaboração de novos produtos.

3.6 RESÍDUOS

Os resíduos das indústrias de frutas vêm sendo estudado de modo a agregar valor a novos produtos bem como ser utilizados para enriquecimento de alimentos. A produção nacional de maracujá abrange todos os estados brasileiros e Distrito Federal, sendo a região Nordeste a maior produtora seguida das regiões Sudeste, Norte e Sul. Metade da produção brasileira dessa fruta é utilizada na fabricação de suco concentrado congelado e a outra metade para o consumo *in natura* (Souza *et al.*, 2002).

Os subprodutos de frutas e hortaliças apresentam quantidades apreciáveis de fibra e de outros constituintes importantes à alimentação humana. O consumo regular dessas frações reduz significativamente a prevalência de algumas doenças degenerativas, visto que são substâncias biologicamente ativas que trazem benefícios à saúde ou efeitos fisiológicos desejáveis (Mukprasirt *et al.*, 2004).

Dentre as doenças crônicas de maior prevalência destaca-se obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes e hipercolesterolemia que surgiram à medida que os alimentos naturais foram substituídos pelos processados e refinados, aumentando a alimentação à base de carnes, cereais refinados e açúcar, pobres em fibra alimentar (Melo *et al.*, 2006).

Assim, as fibras oriundas das cascas das frutas vêm sendo estudadas como uma fonte de fibra visando diminuir o problema do destino de resíduos do processamento do maracujá e entre outros, a ampliação e aplicação tecnológica das características benéficas presentes na casca do maracujá, o seu aproveitamento na elaboração de produtos alimentícios pode contribuir para o aumento dos teores de fibra solúvel na dieta, além de reduzir os desperdícios industriais.

3.7 GORDURAS

As doenças cardiovasculares são uma das principais causas de morbidade e mortalidade, onde vários estudos epidemiológicos associam a composição da dieta aos principais fatores de risco. A Organização Mundial da Saúde (OMS) reiterou recentemente que o consumo de dietas desequilibradas, juntamente com a falta de atividade física, está entre os dez principais fatores determinantes de mortalidade (The World Health Report, 2004).

Algumas pesquisas sobre aterosclerose baseiam-se no aumento do teor lipídico na corrente sanguínea, assim inúmeros estudos vêm realizando ensaios aleatorizados demonstrando que intervenções alimentares adequadas podem diminuir ou prevenir significativamente o aparecimento de diversas doenças crônicas não transmissíveis, entre estas a aterosclerose (Howard *et al.*, 2006; Lorigeril *et al.*, 2006). A

literatura estabelece bem que a quantidade e o tipo de gordura alimentar exercem influência direta sobre fatores de risco cardiovascular, tais como a concentração de lípidios e de lipoproteínas plasmáticas. Neste contexto, o papel da dieta vem sendo exaustivamente avaliado em estudos clínicos e epidemiológicos (Lottenberg, 2009).

As gorduras comumente chamados de lipídios são biomoléculas compostas por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), fisicamente caracterizadas por serem insolúveis em água, e solúveis em solventes orgânicos, como o álcool, benzina, éter, clorofórmio e acetona.

A gordura é um ingrediente importante para os aspectos sensoriais e tecnológicos dos alimentos. Está associada com a percepção do aroma, da cremosidade, do sabor e com a sensação de saciedade após as refeições (Ney, 1988). Assim, devido a todos esses aspectos sensoriais e tecnológicos, surge à necessidade de encontrar alternativas de substituição da gordura na produção de alimentos. Essa substituição não deve interferir nos aspectos sensoriais e paralelamente deve atribuir benefícios à saúde.

Em produtos de panificação muitos exigem uma proporção relativamente grande de gordura. Bolos, por exemplo, com 25-100% de gordura, podendo ser reduzido em até 75% da sua utilização na formulação.

A gordura possui três funções principais, como: prender o ar durante a excução da massa, emulsionar o líquido na formulação e promover suavidade e maciez o qual são necessários para bolos (Brooker, 1993).

A eliminação ou substituição de uma parte da gordura pode afetar o sabor, textura e volume do produto. A modificação no teor de gorduras em bolos deve considerar os aspectos físicos, tais como, a textura, boa mordida, lubrificação e coesividade (Baljit, *et al.*, 2002) e os funcionais para promover efeitos benéfico no

organismo, retardando ou reduzindo o aparecimento de doenças crônicas (Lottenberg, 2009).

Segundo Kendall *et al.*, (2010) afirma que as fibras possuem um efeito funcional, pois quando seu teor é aumentado na dieta pode impactar diretamente o risco de desenvolver doença arterial coronariana. Além disso, a fibra dietética tem um efeito direto sobre diminuir o risco de doença cardíaca.

Santos *et al.*, (2003) relata que no trato gastrointestinal as fibras solúveis, retardam o esvaziamento gástrico por possuírem facilidade em se incorporar à água e formar géis, tornando esse processo mais lento e conferindo maior saciedade. Com isso a ingestão de alimentos diminui o que resulta em menor ganho de peso e conseqüentemente a redução de diversas doenças.

Assim, o desenvolvimento de produtos com substâncias funcionais e bons aspectos físicos vem sendo amplamente estudado, principalmente em produtos de panificação que fazem parte da dieta diária da população, como pães e bolos.

3.8 HIDROCOLÓIDES

Os hidrocolóides também chamados de gomas são polímeros de cadeia longa e alto peso molecular, solúveis em água, capazes de aumentar a viscosidade do sistema, auxiliar na estrutura e em alguns casos formar géis, entre eles citam-se goma xantana, guar e acácia (Gharibzahedi *et al.*, 2012). A importância dos hidrocolóides baseia-se nas suas propriedades que permitem controlar as características reológicas de sistemas aquosos por meio de estabilização de emulsões, suspensão de partículas, controle de cristalização e inibição da sinérese (Cai *et al.*, 2011).

As gomas possuem uma ampla aplicação como aditivos na fabricação de alimentos. Dentre os efeitos funcionais dos hidrocolóides em produtos de panificação destaca-se a possibilidade de atuar na modificação da massa ou reologia da massa e aumento da qualidade na conservação dos produtos acabados. Eles são frequentemente usados como substitutos do glúten em pães sem glúten (Roberts *et al.*, 2012).

3.8.1 GOMA XANTANA

A goma xantana possui excelente propriedade reológica de interesse para a utilização em alimentos. Auxilia na retenção de gás e no aumento do volume específico dos produtos de panificação e por apresentar estas características é objetivo de estudo de alguns pesquisadores (Lazaridou, A. *et al.*, 2007; Tubari, *et al.*, 2008).

A goma xantana ($C_{35}H_{49}O_{29}$) é obtida naturalmente pela fermentação de açúcares pela bactéria *Xanthomonas campestris*. É um aditivo bastante utilizado na indústria farmacêutica e alimentícia como estabilizante, espessante e emulsificante (Lucca *et al.*, 1994).

Quanto à composição química a xantana possui alto peso molecular. É composta por um esqueleto linear celulósico, contendo unidades pentassacarídicas repetidas de D-glucose unidas entre si por ligações β -1,4, com resíduos alternados de D-manose e ácido Dglicurônico, tendo ainda grupos acetal pirúvico e D-acetil (Lucca *et al.*, 1994). A estrutura molecular está representada na Figura 2.

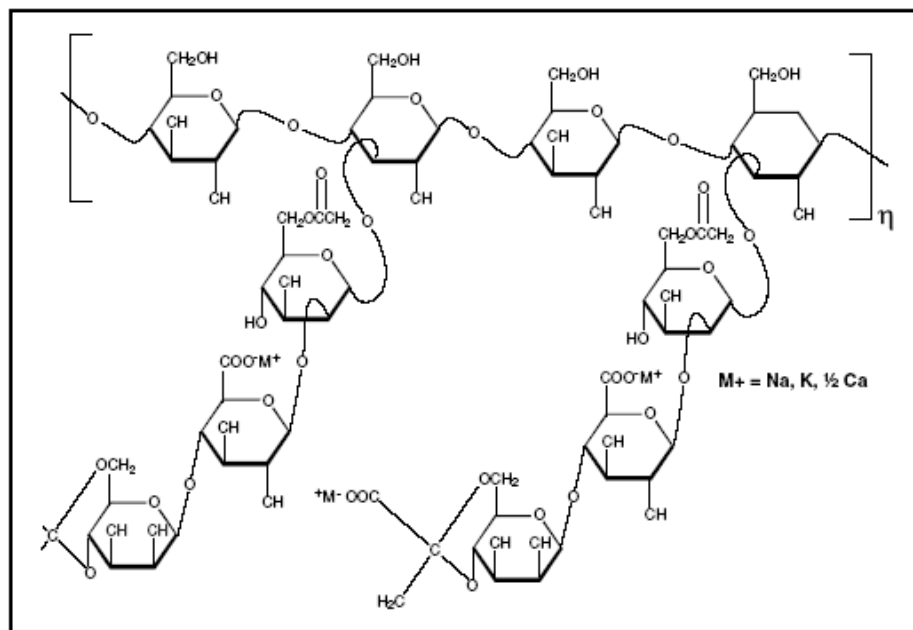


Figura 2: Estrutura molecular da goma xantana (Ribeiro *et al.*, 2004)

Sua produção, comercialização e utilização como espessante e estabilizante tornou-se crescente com o passar dos anos. Estima-se uma produção mundial de 50.000 ton/ano consumidas entre outras, pelas indústrias de alimentos, farmacêutica, produtos agrícolas e de petróleo (Rosalam *et al.*, 2006).

Dentre as empresas mais expressivas no mercado de produção de xantana, salientam-se a Merck e Cargill (Estados Unidos), Danisco (Dinamarca) e Jungbunzlauer (Austria). Do volume total de xantana produzida no mundo, 65% é utilizado na indústria de alimentos, 15% na indústria de petróleo e ao redor de 20% em aplicações diversas. A demanda vem aumentando e estima-se um crescimento anual de 5-10% (Rosalam *et al.*, 2006).

Atualmente diversos trabalhos são realizados com goma xantana, dentre eles podemos destacar de Shittu *et al.*, (2009) onde examina o papel funcional de goma xantana sobre as propriedades das massas na panificação. Neste trabalho foram verificados as propriedades viscoelásticas da massa e as características de retenção de

gás na massa, bem como o frescor e as propriedades de armazenamento do pão com farinha composta (trigo 90% de mandioca 10%). Os resultados demonstram que a inclusão da goma xantana proporcionou efeitos significativos sobre a tenacidade e extensibilidade da massa e aceitabilidade sensorial. Os volumes específicos do pão e maciez do miolo foram maiores nas formulações contendo goma xantana a 1%, sendo observado nesta formulação que uma menor perda de umidade e firmeza do miolo do pão durante o armazenamento, característica esta de interesse da indústria. Quanto a análise sensorial foi observado que as formulações contendo goma xantana obtiveram melhor aceitabilidade sensorial.

Ashwini *et al.*, (2009) estudaram o efeito de hidrocolóides como acácia, guar, xantana, carragenia e hidroxipropilmetilcelulose em combinação com agentes emulsionantes, tais como monoestearato de glicerol e sódio estearoil-2-lactilato sobre as características reológicas, microestrutural e de qualidade em bolo sem adição de ovos.

A adição de hidrocolóides à farinha de trigo, assim como a presença de monoestearato de glicerol e sódio estearoil-2-lactilato aumentou a viscosidade e a gravidade específica dos bolos sem ovos, e com a goma xantana os resultados foram mais elevados. A adição de todos os hidrocolóides proporcionou um aumento da qualidade global de bolo sem ovos na análise sensorial.

3.8.2 GOMA GUAR

A goma guar é uma galactomanana neutra retirada do endosperma do feijão do tipo guar (*Cyamopsis tetragonolobus*). Formada por uma cadeia principal linear de unidades de D- manopiranosose unidas em β (1 \rightarrow 4), a qual se ligam, por ligações α (1 \rightarrow 6) aos resíduos de D- galactopiranosose, estima-se uma relação de 1,8:1 e 2:1 no

conteúdo de manose:galactose, respectivamente (Roberts, 2011). A goma guar possui alta massa molar de cerca de 220.000 Da, é estável ao calor, sendo capaz de formar dispersões coloidais em água com elevada viscosidade. Não forma géis e a viscosidade de suas soluções é pouco afetada pelos valores de pH entre 1 a 10,5 e por sais. Além dessas vantagens, é de baixo custo e um bom espessante e estabilizante (Gómez *et al.*, 2007). Dentre suas aplicações destaca-se a área de panificação por auxiliar no aumento de viscosidade e aumento de volume da massa. Atualmente é frequente a adição desta substância pelos fabricantes em iogurtes (Zambrano, *et al.*, 2005).

Segundo Ribeiro *et al.*, (2004), a goma guar é normalmente utilizada em concentrações ≤ 1 g pois à sua capacidade de fornecer dispersões de alta viscosidade. Interage sinergicamente com xantana, aumentando a viscosidade. Quando adicionada em misturas com polissacarídeos gelificantes, como agar-agar e carragena aumenta a força do gel e modifica a textura. A Figura 3 apresenta a estrutura molecular da goma guar.

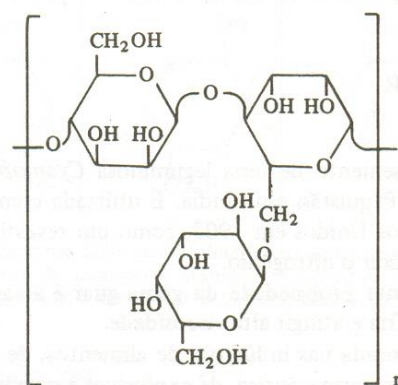


Figura 3: Estrutura molecular da goma guar (Ribeiro *et al.*, 2004)

Zambrano *et al.*, (2005) objetivando reduzir o consumo de gorduras, ingrediente geralmente relacionado à maior incidência de doenças cardiovasculares,

desenvolveram a produção de bolos com menor conteúdo energético. A redução do teor de gordura nesses produtos foi acompanhada da adição de ingredientes substitutos, como goma guar, goma xantana e emulsificante, e o nível de substituição da gordura foi avaliado por meio da Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) do tipo composto rotacional de segunda ordem. Foram avaliados os seguintes parâmetros: volume específico, características internas, atividade de água (A_w), firmeza e elasticidade instrumental, viscosidade e densidade específica da massa. Os resultados encontrados confirmam a possibilidade de obtenção de bolos com redução do teor de gordura de pelo menos 50%, se substituídos na formulação a níveis iguais ou superiores a 29,8% de gordura, os bolos obtidos nestas condições apresentaram maior volume, características internas e aspecto geral similar aos produtos sem redução de gordura (padrão).

3.8.3 GOMA ACÁCIA

Outro hidrocolóide utilizado pela indústria de alimentos é a goma-acácia que é uma resina natural composta por polissacarídeos e glicoproteínas, extraída de duas espécies de acácia da região subsaariana, mais especificamente das espécies *Acacia senegal* e *Acacia seyal* (Caleguer *et al.*, 2007).

Quimicamente, a goma-acácia possui quantidades variáveis de D-galactose, L-arabinose, L-ramnose e alguns ácidos derivados, como o ácido D-glucorônico e o 4-O-metil-D-ácido glucorônico e glicoproteínas (Defaye *et al.*, 1986).

A goma acácia é um polissacarídeo de baixo custo, porém, na sua forma natural não possui propriedades de superabsorção e de retenção de água. A goma acácia não apresenta unidade repetitiva de maneira regular, porém, o hexassacarídeo

ramificado, conforme esquematizado na Figura 4, pode representar a principal subunidade para esta macromolécula altamente ramificada (Caleguer *et al.*, 2007).

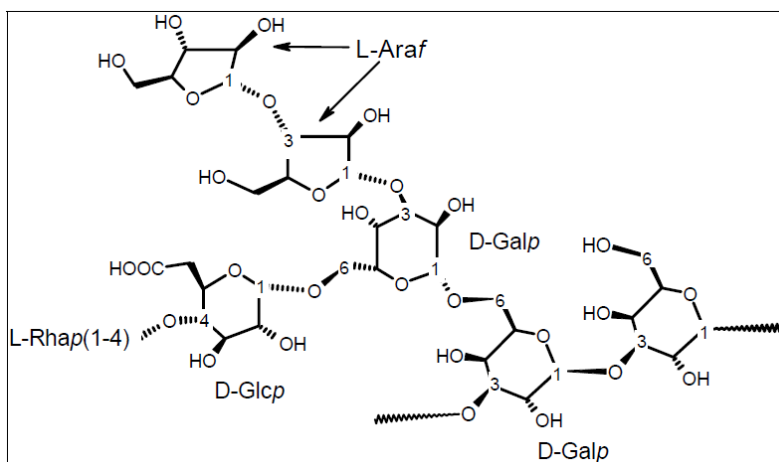


Figura 4: Estrutura molecular da goma acácia. (Defaye, 1986)

A goma acácia, também denominada arábica, dissolve-se facilmente em água quente e origina soluções menos viscosas, podendo ser utilizada em concentrações de até 10% como fibra solúvel, sem modificar a textura (Thebaudin *et al.*, 1997). É frequentemente usada como espessante e estabilizante para vários alimentos (Zambrano, *et al.*, 2005).

Gharibzahedi *et al.*, (2012) desenvolveram uma formulação para estabilidade oxidativa de bebidas a base de nozes com a utilização de goma acácia e goma xantana usando metodologia de superfície de resposta. Os resultados foram considerados satisfatórios para a formulação contendo óleo de noz a 3%, goma acácia 10% e goma xantana 0,12%.

3.8.4 INFLUÊNCIA DE HIDROCOLÓIDES EM PANIFICAÇÃO

Na área de panificação os hidrocolóides são amplamente utilizados como aditivos por auxiliarem na melhoria da textura, retardamento da retrogradação do amido, aumento da retenção de umidade, enfim, a melhoria da qualidade, em geral, dos produtos de panificação. O principal efeito produzido pelos hidrocolóides é o atraso da retrogradação da amilose pela formação de complexos entre os hidrocolóides e as cadeias da amilose (Rojas, 1998). A incorporação de hidrocolóides em soluções de amido modifica as propriedades reológicas e causa aumento da viscosidade. Por este motivo, os hidrocolóides são utilizados para conferir estabilidade a produtos como pudins, sobremesas entre outros (Chung *et al.*, 2010).

Em massas que contém levedura (fermento biológico) podem reter umidade e afetar positivamente a vida de prateleira. Os hidrocolóides são comumente utilizados em formulações de pães com alto teor de fibras com o objetivo de alcançar alto teor de umidade no produto final, sendo a goma xantana e goma guar frequentemente utilizadas para esta aplicação. A alta viscosidade desenvolvida por estes hidrocolóides também melhoram a estabilidade durante o período de fermentação e forneamento, resultando maior volume específico dos produtos de panificação (Shittu *et al.*, 2009).

3.9 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

As características físico-químicas de produtos de panificação é uma área muito importante no segmento alimentício, pois ela atua em várias etapas do controle de qualidade. A qualidade de bolos pode ser avaliada por análises físico-químicas,

microbiológicas e sensoriais. Alguns fatores são importante na definição da qualidade de bolos, como a aparência, aroma, sabor característicos, crosta, cor e textura (Wang *et al.*, 2002).

Grande parte dos produtos de panificação é composta por ingredientes que desempenham funções específicas no processo de formação da massa. Embora os constituintes possam variar em grau de importância no processo de fabricação, todos exercem determinada função. Muitas vezes, a maior ou menor importância desses ingredientes esta associada com a quantidade adicionada à massa e ao tipo de produto. (Borges *et al.*, 2006)

É necessário, portanto, que os alimentos escolhidos para integrar farinhas mistas sejam pesquisados quanto à composição química e características físicas e nutricionais para desenvolvimento de tecnologia que permita seu uso em produtos de panificação de forma eficiente (Onwulata, 2008).

A farinha de trigo é o elemento fundamental na indústria de panificação, por possuir propriedades únicas de formação de uma rede de glúten forte e coesa, capaz de reter os gases formados durante a fermentação, garantindo as características próprias do bolo. Apesar de o trigo possuir boas propriedades tecnológicas para a produção de bolos, suas proteínas são consideradas de baixa qualidade nutricional devido à deficiência em aminoácidos essenciais. A utilização de farinhas mistas tem como objetivo a substituição parcial da farinha de trigo, visando à melhoria da qualidade nutricional de produtos alimentícios e para suprir a necessidade dos consumidores por produtos diversificados (Pires *et al.*, 2006).

A análise sensorial é um conjunto de métodos e técnicas que permitem perceber, identificar e apreciar, mediante os órgãos dos sentidos, determinado número de propriedades sensoriais dos alimentos e objetos (Ashwini, 2009). A sensação

resultante da interação dos sentidos, na análise sensorial, permite a avaliação da qualidade do produto. Normalmente, é usada para verificar a preferência do consumidor, ou a seleção de um processo adequado de produção, ou na determinação da qualidade de um produto e, no desenvolvimento de novos produtos (Coelho, 2006).

Segundo Bueno (2005) a tendência do homem é apreciar os atributos de um alimento na seguinte ordem: aparência, odor/aroma/fragrância, consistência, textura e sabor. A análise sensorial se utiliza dessa capacidade para avaliar os alimentos, empregando metodologia apropriada, com auxílio do tratamento estatístico aos dados obtidos.

As propriedades de textura dos alimentos tem efeito substancial na percepção do sabor, sendo dada atenção particular ao efeito da viscosidade. Muitos estudos acerca da importância de diferentes modalidades sensoriais para a aceitabilidade do consumidor levam à conclusão de que o sabor é a modalidade mais importante, seguido pela textura à aparência.

A textura pode ser considerada uma manifestação das propriedades reológicas de um alimento e várias são as razões para se conhecer tais propriedades reológicas, dentre elas: a) efetuar o controle de qualidade de matérias primas, de processos de fabricação e de produtos finais; b) estudar a influência de componentes de formulação e relacionar a estrutura dos produtos com as suas características reológicas; e c) correlacionar os dados reológicos com as avaliações sensoriais (Ashwini, 2009).

A viscosidade é uma das análises reológicas de fundamental importância, pois esse pode interferir no crescimento da massa, determinar a funcionalidade de ingredientes no desenvolvimento de produtos, no controle de qualidade do produto final ou intermediário, determinação de vida de prateleira e avaliação da textura pela correlação com dados sensoriais (Cai, 2011).

É a ciência que estuda a resposta de um material à aplicação de uma tensão ou deformação externa (Toledo, 1991). Para a indústria de alimentos, o estudo reológico é de grande utilidade para a determinação de cálculos em processos de engenharia, tais como cálculo de vazões, seleção de bombas, determinação de perda de carga em tubulações, em operações unitárias como evaporação e esterilização entre outros, determinação da funcionalidade de um ingrediente no desenvolvimento de um produto, testes de tempo-de-prateleira, avaliação da textura dos alimentos para correlacioná-la à análise sensorial (Holdsworth, 1993).

Os dados reológicos obtidos em estado estacionário são úteis na obtenção da curva de escoamento (tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação), na obtenção de modelos de escoamento; na avaliação da influência de diversos fatores tais como, temperatura, concentração, presença e tamanho de partículas em suspensão, etc., sobre as propriedades reológicas. É também importante na obtenção de informações sobre a estrutura de polímeros (Rao *et al.*, 1992).

O consumo de um alimento, conhecido ou não do consumidor, depende em primeira instância, da sua cor e do seu aspecto, pois quando um consumidor entra em contato com o alimento, a cor e a aparência são as duas primeiras sensações que o atingem, e é o que o levará à aceitação, indiferença ou rejeição (López *et al.*, 2007).

Colorimetria refere-se à ciência e a tecnologia usada para quantificar e descrever (pela ajuda de modelos matemáticos) as percepções humanas da cor. A percepção das cores pelos olhos não é um processo meramente visual, mas sim psicovisual. A cor é algo que se vê com os olhos e se interpreta com o cérebro é o resultado da interação da luz com os materiais (López *et al.*, 2007).

Para a física óptica, a cor é definida pelos parâmetros: o ângulo Hue ($h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$), onde 0° , indica coloração vermelho púrpura; 90° , amarelo; 180° , verde e

270°, azul; o Croma ($C=[a^2+b^2]^{1/2}$), o qual indica na intensidade da cor (holcroft & Kader, 1999). Os parâmetros L que indica luminosidade (claro/escuro); a, a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); e b, indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+).

Existem diversos métodos para análise de cor em alimentos, porém os mais utilizados em laboratórios e indústrias são a colorimetria e a espectrofotometria. A colorimetria é a ciência da medida de cores que estuda e quantifica como o sistema visual humano percebe a cor, na tentativa de especificá-la numericamente visto que estímulos diferentes são percebidos de formas semelhantes por observadores. Os colorímetros usam sensores que simulam o modo como o olho humano vê a cor e quantificam diferenças de cor entre um padrão e uma amostra. Utilizam para isso sempre a mesma fonte de luz e método de iluminação, para que as condições de medida nunca mudem (López *et al.*, 2007).

Quando uma cor é classificada com o uso de um colorímetro, ela é expressa em termos de:

Tonalidade – intervalo de longitude da onda em que se descreve a cor.

Brilho – é a luminosidade, faz a cor parecer mais clara.

Saturação – grau de pureza.

Na medição da cor são utilizados vários sistemas, o sistema $L^* a^* b^*$, e compreende três coordenadas retangulares:

L^* mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100) corresponde ao claro e ao escuro.

a^* é uma das coordenadas da cromaticidade, e define a cor vermelha para valores positivos e a cor verde para valores negativos.

b^* é a coordenada da cromaticidade, que define a cor amarela para valores positivos e a cor azul para valores negativos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA PRIMA

As seguintes matérias-primas foram utilizadas: goma xantana (Grindsted^R xanthan 200 – Danisco), goma guar (Grindsted® Guar 250 – Danisco), goma acácia (Colloides Naturels Brasil) e farinha de maracujá (A.S.S. Netos's Alimentos Ltda), farinha de trigo, adoçante, essência de baunilha, leite em pó, chocolate em pó, fermento químico, açúcar, sal, gordura vegetal e ovos.

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FARINHAS

As farinhas foram analisadas individualmente e misturas destas quanto à solubilidade, capacidade de absorção de gordura e taxa de hidratação.

4.2.1 SOLUBILIDADE

A amostra de farinha (2,5 g) foi dispersa em água destilada (30 mL) e aquecida a 90 °C por 15 minutos em banho-maria. A pasta foi resfriada à temperatura ambiente e centrifugada a 3000 x g por 10 min. O sobrenadante foi removido e o sólido vertido em uma placa para evaporação da água *overnight* a 110 °C (Ayadi *et al.*, 2009). O teor de solubilidade foi calculado pela equação 2.

$$WSI(\%) = \frac{W_s}{W_{DS}} \times 100$$

equação 2

onde: W_s peso do sólidos seco e W_{DS} peso do sólido – sobrenadante

4.2.2 TAXA DE HIDRATAÇÃO

A amostra de farinha (1g) foi homogeneizada com 50 mL de água por 1 minuto, posteriormente foi centrifugada por 15 minutos a 10000 x g a 20 °C. O sobrenadante foi descartado, o tubo invertido e mantido a 50 °C por 25 minutos. O resultado foi expresso por g de água por g de amostra em base seca (Chen *et al.*, 1988).

4.2.3 ABSORÇÃO DE GORDURAS

A capacidade de absorção de gordura da farinha foi calculada de acordo com o método descrito por Lin *et al.*, (1974). As amostras (0,5 g) foram

homogeneizadas em 6 mL de óleo de milho em tubos de centrífuga previamente pesados. O conteúdo foi agitado por 1 minuto com um bastão para dispersar a amostra do óleo. Após 30 minutos de repouso os tubos foram centrifugados por 25 minutos a $3000 \times g$. O sobrenadante (óleo) foi removido com uma pipeta e os tubos invertidos por 25 minutos para posterior pesagem. A capacidade de absorção de gordura foi expressa como g de óleo ligada por grama de amostra em base seca (Lin *et al.*, 1974).

4.3 PREPARO DAS FORMULAÇÕES DO BOLO DE CHOCOLATE *LIGHT*

Os bolos foram desenvolvidos segundo Santos (2008), sendo que nos bolos *light* foram substituídos os ingredientes tradicionais por sua versão *light*. As variáveis estudadas foram concentração de farinha de maracujá, tipo de hidrocolóide (goma xantana, goma acácia e goma guar) em concentração de 0,38 a 0,75g utilizando planejamento experimental.

Os ingredientes foram misturados na ordem apresentada e homogeneizados em batedeira planetária por aproximadamente 10 minutos em velocidade média. A massa foi acondicionada em forma de alumínio (de 10 cm de diâmetro e 4,7 cm de altura), previamente untada com margarina e polvilhada com farinha de trigo, levada ao forno pré aquecido por 15 minutos e assado por 30 minutos a 180 °C (Santos, 2008).

Tabela 4 – Formulação de bolos de chocolate padrão e light

Ingredientes	Quantidade	
	Padrão	Formulação <i>light</i> *
Açúcar (g)	140	-
Gordura vegetal (g)	50	0 – 50
Água (mL)	69	69
Leite em pó (g)	12	12
Essência Baunilha (gotas)	3	3
Chocolate em pó (g)	20	20
Sal (g)	3	3
Farinha de trigo (g)	140	98 – 126
Fermento químico (g)	6,5	6,5
Clara de ovo (g)	75	75
Farinha de maracujá (g)	-	14 – 42
Adoçante (g)	-	56
Hidrocolóide % (p/p)**	-	0 – 1,5

*formulação substituindo os ingredientes por sua versão *light*

**a concentração de hidrocolóide foi em relação a farinha de trigo

Tabela 5 – Delineamento experimental e seus valores codificados e reais

Formulações	Variáveis					
	Codificados			Reais		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
1	-1	-1	-1	14	0	0
2	1	-1	-1	42	0	0
3	-1	1	-1	14	0,75	0
4	1	1	-1	42	0,75	0
5	-1	-1	1	14	0	50
6	1	-1	1	42	0	50
7	-1	1	1	14	0,75	50
8	1	1	1	42	0,75	50
9	0	0	0	28	0,38	25
10	0	0	0	28	0,38	25
11	0	0	0	28	0,38	25
12	0	0	0	28	0,38	25

X₁ = percentual de farinha de maracujá (g); X₂ = percentual de hidrocolóide (g), e; X₃ = nível de substituição de gordura (g)

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES

4.4.1 VISCOSIDADE DAS FORMULAÇÕES

Para análise de viscosidade aparente foi utilizado um reômetro Anton Paar modelo Physia 301 com geometria placa-placa 25 mm. Os parâmetros aplicados foram: taxa de deformação aplicado entre $0,1 \text{ s}^{-1}$ a 300 s^{-1} , Gap de 1 mm e 30 segundos por ponto, a $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ashwini *et al.*, 2008)

4.4.2 GRAVIDADE ESPECÍFICA

A gravidade específica de massa do bolo foi calculada dividindo-se o peso da medida padrão da massa pelo peso do volume de água (Sowmya *et al.*, 2009).

Equação 3

$$GR = \frac{\text{massa padrão}}{\text{volume de água}}$$

4.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS BOLOS

4.5.1 ANÁLISE CENTESIMAL

As análises de composição centesimal foram realizadas de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (Lutz, 1985 e AOAC).

4.5.1.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

Os teores de umidade dos bolos foram obtidos conforme procedimento descrito pelo método oficial nº 925.10 da *Association of Official Agricultural Chemist* – AOAC (1997). Os cadinhos foram mantidos na estufa a 105 °C por 12 horas. Posteriormente, foram colocados em dessecador até atingir a temperatura 27 °C seguido de pesagem. A amostra foi colocada no cadinho previamente pesado e levado a 105 °C. As amostras foram pesadas 24 h e 48 h. A concentração de sólidos totais foi determinada utilizando-se a Equação 4 e o teor de umidade utilizando a Equação 5.

Equação 4

$$\text{Concentração sólidos totais} = \frac{\text{peso seco (g)} - \text{peso do cadinho vazio (g)} \times 100}{\text{peso amostra (g)}}$$

Equação 5

$$\text{Concentração umidade} = 100 - \text{sólidos totais (g)}$$

4.5.1.2 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

A determinação foi realizada por meio de incineração de 3 g de amostra em uma mufla a 550 °C. O material foi deixado na mufla até que o resíduo apresentasse uma coloração branca ou ligeiramente acinzentados (Lutz, 1985).

Equação 6

$$\frac{100xN}{P} = \text{cinzas por cento m/m}$$

N = número de g de cinzas P = número de g da amostra

4.5.1.3 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNA

O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, o qual esta baseado na determinação do teor de nitrogênio da amostra. Esse método compreende três etapas: digestão da amostra, destilação e titulação. No primeiro momento, foi feita a digestão de 0,2 g de amostra, a qual foi pesada, digerida com ácido sulfúrico concentrado na presença de 1,5 g de catalisador (96% K₂SO₄ +4% CuSO₄. 5H₂O). Em seguida, foi realizada a reação do bissulfato de amônio formado com hidróxido de sódio para a liberação de amônia, sob a forma de borato de amônio. A amônia é então liberada, dentro de um volume conhecido de ácido bórico. O borato de amônio formado foi dosado com uma solução padronizada de ácido clorídrico para obtenção do teor de

nitrogênio. A conversão do teor de nitrogênio em proteína foi feita através do fator de conversão 5,95, utilizado para a farinha de trigo (Lutz, 1985).

Equação 7

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

V = diferença entre o volume de Ácido sulfúrico 0,05 M (mL) e o volume de hidróxido de sódio 0,1 M (mL) gastos na titulação

P = peso da amostra (g)

f = fator de conversão

4.5.1.4 DETERMINAÇÃO DOS LIPÍDIOS

Para a determinação de lipídios foi utilizado o método de Soxhlet. A metodologia utilizada foi a extração de lipídios de alíquota de 6g de amostra, em extrator do tipo Soxhlet. O método esta baseado na solubilidade dos lipídios em solventes apolares em equipamento de refluxo, com a adição de éter de petróleo PA (Lutz, 1985).

Equação 8

$$\% \text{Lípidios totais} = \frac{\text{peso dos lipídes} \times 4 \times 100}{\text{peso da amostra (g)}}$$

4.5.1.5 DETERMINAÇÃO DE FIBRAS

A análise de fibra bruta foi realizada utilizando-se a amostra desengordurada, obtida do processo de determinação de lipídios. A amostra 3g foi submetida a uma digestão ácida com solução de ácido sulfúrico (100 mL) a uma concentração de 1,25 %, em seguida foi feita uma digestão alcalina com solução de hidróxido de sódio (100mL) a uma concentração de 1,25 %. Posteriormente, a amostra foi filtrada a vácuo e todo resíduo restante da hidrólise foi lavado com água destilada, e incinerado em mufla a 550 °C ate a formação de cinzas (Lutz, 1985).

Equação 9

$$\frac{100xN}{P} = \text{fibras por cento m/m}$$

N = massa de cinzas (g) P = massa da amostra (g)

4.5.1.6 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS

O teor de carboidratos foi determinado pelo método da diferença utilizando a equação 10 (Lutz, 1985).

Equação 10

$$\text{Carboidratos (\%)} = 100 - \text{umidade(\%)} - \text{cinzas (\%)} - \text{proteínas (\%)} - \text{lipídios (\%)} - \text{fibras (\%)}$$

4.5.1.7 DETERMINAÇÃO DE ENERGIA

O teor de energia foi calculado com base na quantidade de calorias fornecidas por um grama de carboidrato, lipídios e proteína, 4, 9 e 4 calorias

respectivamente. O cálculo foi realizado com base na energia contida em 100g de amostra como indicado na equação 11 (Lutz, 1985).

Equação 11

$$\text{Energia} = 4 \times \text{carboidratos} + 9 \times \text{lipídios} + 4 \times \text{proteínas}$$

4.5.2 COR

O Índice de Escurecimento (TE) foi determinado na superfície do bolo, com uso de um colorímetro Minolta, do tipo CR-10. Foi colocado o equipamento em contato com o bolo cobrindo toda a extremidade do equipamento, em seguida foi acionado o colorímetro para a obtenção do resultado.

Na medição da cor foram utilizados vários sistemas, o sistema L* a* b*, e compreende três coordenadas retangulares:

L* mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100) corresponde ao claro e ao escuro.

a* é uma das coordenadas da cromaticidade, e define a cor vermelha para valores positivos e a cor verde para valores negativos.

b* é a coordenada da cromaticidade, que define a cor amarela para valores positivos e a cor azul para valores negativos.

4.5.3 TEXTURA

Foi avaliada utilizando um texturômetro TA-TX2, Stable Micro Systems, England. Essas análises foram realizadas utilizando o probe cilíndrico 36 R, no modo

Hold until time, velocidade pré-teste 1.0 mm/s, velocidade teste 1.0 mm/s, velocidade pós-teste 10.0 mm/s, distância 25% e tempo 60s. (STABLE MICRO SYSTEMS, 1997) (Zambrano *et al.*, 2005). A amostra utilizada possui o tamanho de 7cm por 3cm.

4.5.4 VOLUME ESPECÍFICO

Para a determinação do volume específico foram utilizadas amostras de bolo de cada formulação com aproximadamente 2,5 g, colocados em um recipiente de volume conhecido e contendo sementes de painço, por meio do deslocamento das sementes foi determinado o volume de cada pedaço de bolo. O volume da amostra foi lido em cm³. O volume específico foi expresso em cm³/g, e foi obtido pela razão entre o volume e o peso de cada amostra de bolo (Moscatto *et al.*, 2004).

4.5.5 ANÁLISE SENSORIAL

Os bolos foram analisados quanto a aparência, aroma, sabor textura e impressão global. Os bolos com incorporação de farinha de casca de maracujá e as gomas foram comparados com o padrão, obtido com 100% de farinha de trigo.

A equipe da análise sensorial foi composta por no mínimo 30 provadores, selecionados ao acaso, o que representa o mercado alvo. Cada um atribuiu à nota de acordo com a proximidade dos parâmetros sensoriais em relação à amostra padrão. As amostras foram servidas em cabines individuais e utilizou a escala de 9 pontos, como mostra a Figura 5, na qual foram avaliados os parâmetros sensoriais aparência, aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra.

Nome: _____ Data: ____/____/____

Prove e avalia a amostra conforme a escala a seguir.

ESCALA	
Valor	Características
1	Desgostei muitíssimo
2	Desgostei muito
3	Desgostei moderadamente
4	Desgostei ligeiramente
5	Nem gostei/nem desgostei
6	Gostei ligeiramente
7	Gostei moderadamente
8	Gostei muito
9	Gostei muitíssimo

Número da amostra: _____

Aparência: _____

Aroma: _____

Sabor: _____

Textura: _____

Impressão Global: _____

Em relação à intenção de compra:

() Eu certamente compraria este produto

() Eu provavelmente compraria esse produto

() Não sei se compraria este produto

() Eu provavelmente não compraria este produto

() Eu certamente não compraria este produto

Observação: _____

Figura 5 – Ficha de avaliação sensorial pelo método da aceitação

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos resultados foi realizada utilizando-se o programa STATISTICA (versão 5.0), A análise de variância (ANOVA) foi usado para detectar a diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras. Foram utilizados os testes de Tukey para determinar os valores médios significativos

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados da formulação de bolos de chocolate *light* com incorporação de hidrocolóides como goma xantana, guar e acácia referente às análises sensoriais, físico-químicas e viscosidade.

6.1 AVALIAÇÃO SENSORIAL

A Tabela 6 apresenta os resultados do planejamento experimental 2³ com 3 pontos centrais referente a formulações de bolos de chocolate *light* com incorporação de goma xantana e tendo como variáveis de resposta os atributos sensoriais (aparência, aroma, sabor, textura, impressão global).

A formulação F3 que contem 10% de farinha de maracujá, 1,5% de hidrocolóide e 0% gordura apresentou as maiores notas para todos os tributos sensoriais (> 7,0), as quais correspondem a gostei moderadamente. Esta formulação substitui toda a gordura pelo hidrocolóide goma xantana, segundo Borges *et al.*, (2010), o hidrocolóide utilizado tem a capacidade de substituir a gordura, além de atuar como fibra. Segundo Zambrano *et al.*, (2005) essa adição de hidrocolóide (goma xantana) permite o aumento do volume do produto, haja vista que a ausência de gordura torna o bolo com menor volume, devido ao aumento da viscosidade da massa.

Tabela 6 – Delineamento experimental da avaliação sensorial de bolos de chocolate *light* elaborados com adição de farinha de maracujá e goma xantana com diferentes níveis de substituição.

Formulações	Variáveis						Atributos					
	Codificadas			Reais			Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global	Intenção de Compra
X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃							
F1	-1	-1	-1	14	0	0	6,30 ± 1,68	5,90 ± 1,70	5,26 ± 1,85	5,10 ± 2,02	5,63 ± 1,67	3,23 ± 1,33
F2	1	-1	-1	42	0	0	5,96 ± 2,00	5,86 ± 1,65	5,53 ± 1,75	6,26 ± 1,79	5,83 ± 1,82	2,96 ± 1,12
F3	-1	1	-1	14	0,75	0	7,06 ± 1,65	7,23 ± 1,67	7,10 ± 1,86	7,23 ± 1,99	6,96 ± 1,65	2,06 ± 0,86
F4	1	1	-1	42	0,75	0	5,76 ± 2,14	5,3 ± 1,55	5,23 ± 1,71	4,93 ± 1,85	5,50 ± 1,65	3,10 ± 1,02
F5	-1	-1	1	14	0	50	6,56 ± 1,33	6,43 ± 1,40	5,80 ± 1,91	6,86 ± 1,54	6,13 ± 1,71	2,96 ± 1,09
F6	1	-1	1	42	0	50	4,83 ± 2,30	4,60 ± 1,97	3,93 ± 2,06	4,76 ± 2,17	4,26 ± 1,92	3,53 ± 0,93
F7	-1	1	1	14	0,75	50	6,13 ± 2,12	6,00 ± 1,98	5,66 ± 1,89	6,10 ± 2,00	6,00 ± 1,89	2,86 ± 1,16
F8	1	1	1	42	0,75	50	4,86 ± 2,33	4,96 ± 2,07	3,96 ± 2,22	4,30 ± 2,36	4,26 ± 2,30	3,53 ± 1,13
F9	0	0	0	28	0,38	25	4,80 ± 1,95	5,33 ± 1,70	4,76 ± 1,94	5,10 ± 2,18	4,86 ± 1,85	3,40 ± 1,06
F10	0	0	0	28	0,38	25	5,13 ± 2,27	4,36 ± 2,20	4,60 ± 2,19	4,66 ± 2,20	4,76 ± 2,11	3,66 ± 1,12
F11	0	0	0	28	0,38	25	5,00 ± 2,03	5,00 ± 2,11	4,56 ± 2,06	5,06 ± 2,40	4,76 ± 2,06	3,36 ± 1,19
F12	0	0	0	28	0,38	25	4,73 ± 1,92	4,37 ± 1,91	4,63 ± 1,22	4,96 ± 2,18	4,73 ± 1,94	3,53 ± 1,04

X₁ = percentual de farinha de maracujá (g); X₂ = percentual de hidrocolóide (g), e; X₃ = nível de substituição de gordura (g)

Tabela 7 – Médias de aceitação de bolos *light* com adição de farinha de maracujá e goma xantana, em diferentes níveis de substituição

Formulações	Atributos Sensoriais				
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Padrão	7,63 ^a	7,56 ^{a,b}	8,16 ^a	8,16 ^a	8,16 ^a
F3	7,06 ^a	7,23 ^a	7,10 ^a	7,23 ^a	6,96 ^{a,b}
F5	6,56 ^a	6,43 ^{a,c}	5,80 ^b	6,86 ^a	6,13 ^b
F7	6,13 ^a	6,00 ^{b,c}	5,66 ^b	6,10 ^a	6,00 ^b

Medias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente quanto à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global.

Para melhor estudar o efeito dos ingredientes no desenvolvimento de bolos de chocolate *light*, compararam-se as formulações com maiores notas para os atributos sensoriais F3, F5 e F7 como o bolo padrão (Tabela 7). Apesar de a gordura ser considerada um ingrediente chave na formulação de produtos de panificação, devido à influência nos parâmetros sensoriais (aparência, textura e sabor) com melhora no volume e na lubrificação da massa (Marcilio *et al.*, 2005), observou-se neste trabalho que a formulação F3 e o bolo padrão não diferem entre si estatisticamente, por outro lado a incorporação de gordura na formulação do bolo de chocolate *light* (F5) e a associação de hidrocolóide e gordura (F7) promovem a diminuição das notas de todos os atributos sensoriais, tornando a formulação diferente estatisticamente do bolo padrão e da formulação F3, exceto para os atributos aparência e textura.

Para avaliar quais variáveis são significativas para a formulação de bolo de chocolate *light* foram obtidas diagramas de pareto com 95% de confiança, os quais são apresentados na Figura 6.

Verificou-se que os constituintes da formulação influenciaram os atributos sensoriais diferentemente, entretanto para todos os atributos a concentração de farinha de maracujá é significativa. A incorporação da goma xantana influencia positivamente nos atributos sensoriais dos bolos de chocolate *light* formulados, entretanto a farinha de casca de maracujá e a gordura presente na receita influenciam negativamente nesta análise.

Com este resultado é possível destacar que a concentração de farinha de maracujá poderia ser diminuída para aumentar as notas atribuídas na avaliação sensorial para melhor aceitação. Na elaboração da massa dos bolos formulados observou que os bolos com 28 e 42 g de farinha de maracujá apresentaram odor bem característico de maracujá, o que foi ressaltado negativamente pelos avaliadores nas observações da ficha

sensorial e pelos resultados demonstrados. O que pode ser atribuído pelas características sensoriais da farinha de maracujá, a qual possui sabor residual amargo (Ramos *et al.*, 2007), que segundo Dias (2006) é devido à presença de hisperidina no albedo do maracujá amarelo, substância responsável pela rejeição do produto.

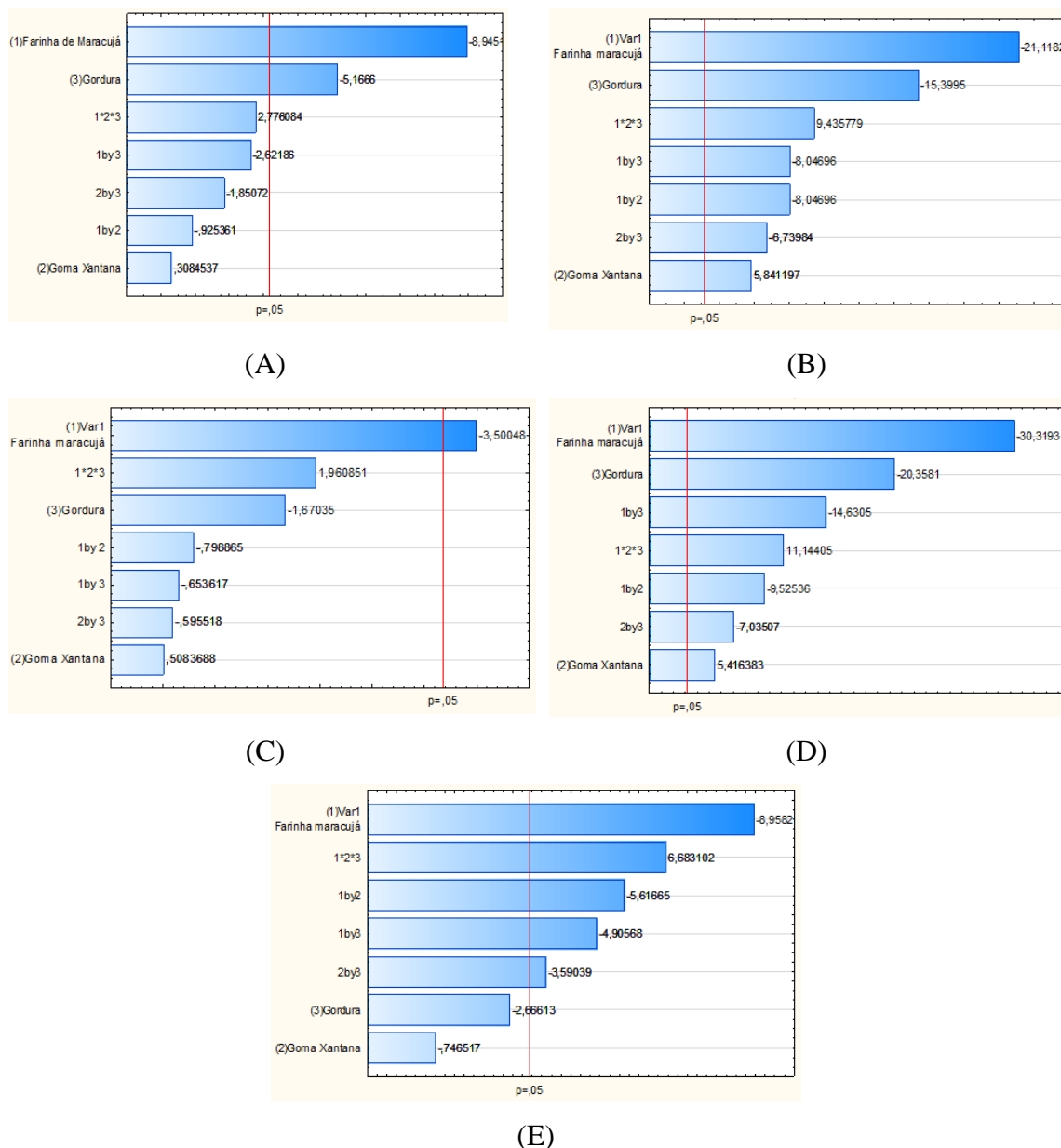


Figura 6: Diagrama de pareto para análise de bolos de chocolate *lighth* com incorporação de farinha de maracujá e goma xantana nas formulações. (A) – aparência; (B) – sabor; (C) – aroma; (D) – impressão global e (E) - textura

Spanholi *et al.*, (2009) analisaram a viabilidade da utilização de diferentes concentrações de farinha da casca de maracujá na elaboração de massa alimentícia, assim como, avaliaram as características físicas e sensoriais dos produtos elaborados e também notaram a averiguação de sabor amargo nas massas alimentícias formuladas com farinha de casca de maracujá.

Os gráficos de superfície de resposta com a utilização do hidrocolóide goma xantana demonstram os resultados dos seguintes parâmetros: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global na análise sensorial (Figuras 7 a 11).

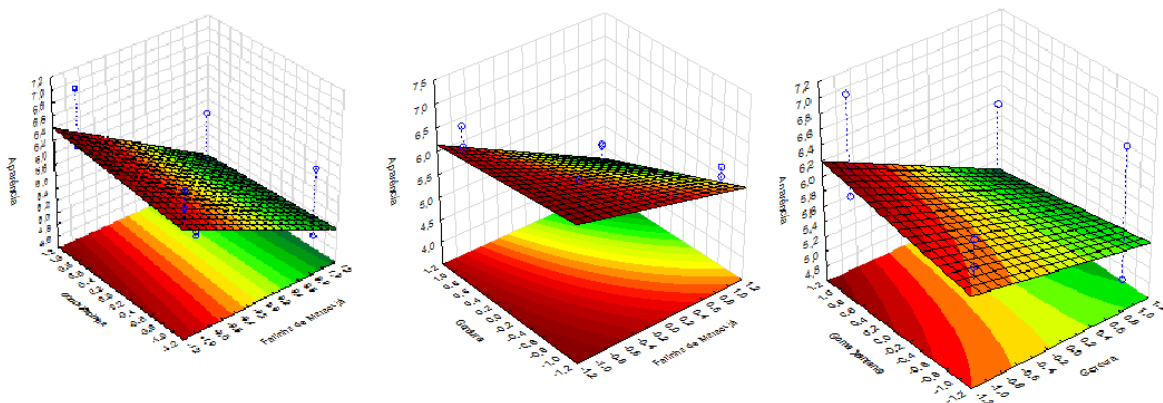


Figura 7 : Superfícies de resposta para o atributo sensorial aparência das formulações de bolos de chocolate *light* utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.

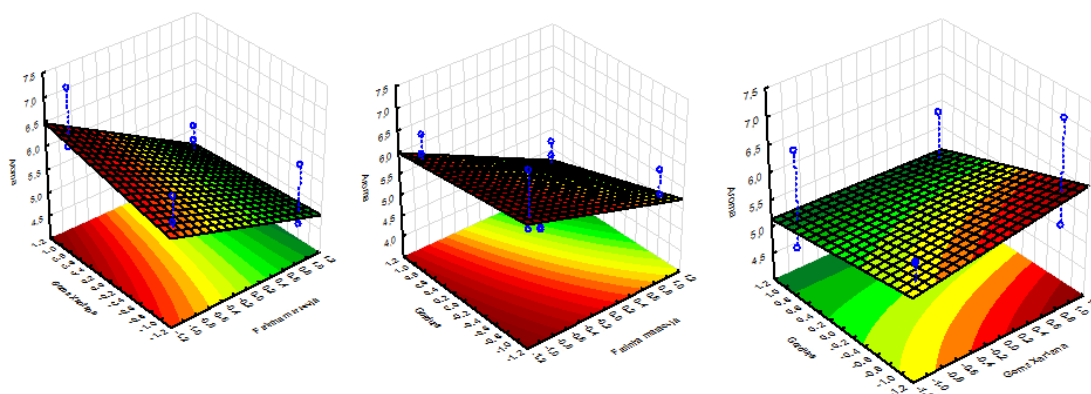


Figura 8 : Superfícies de resposta para o atributo sensorial aroma das formulações de bolos de chocolate *light* utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.

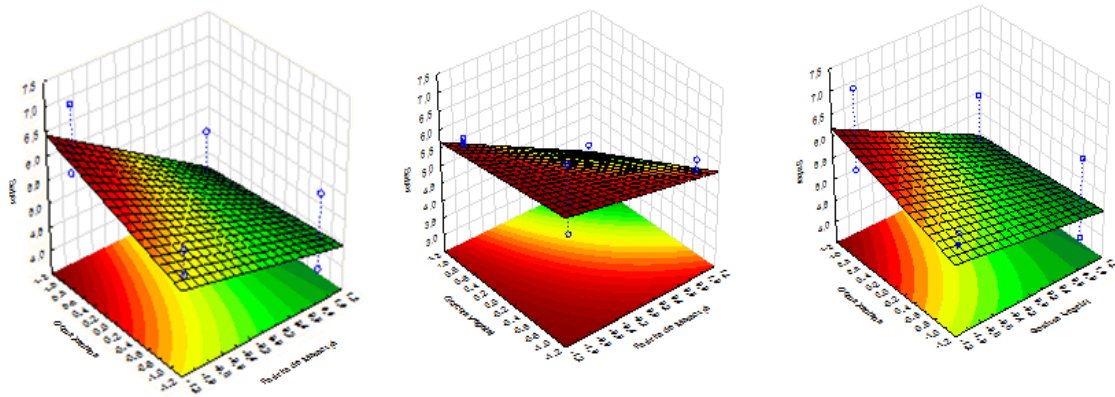


Figura 9 : Superfícies de resposta para o atributo sensorial sabor das formulações de bolos de chocolate *light* utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.

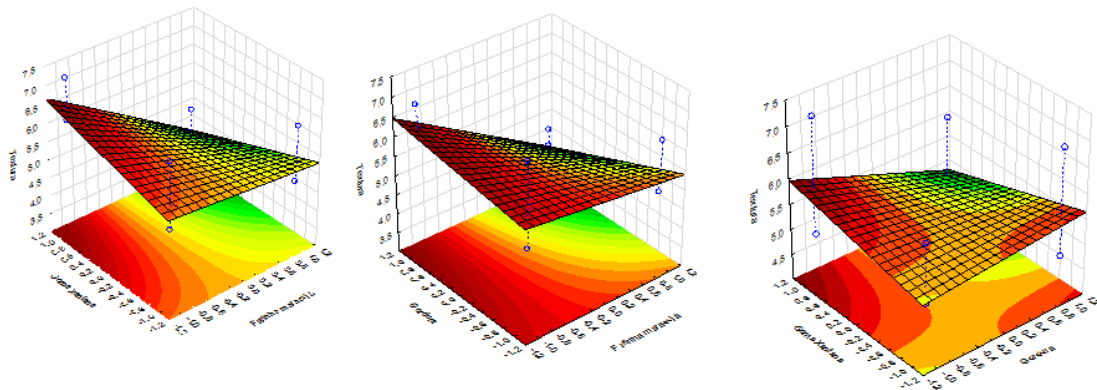


Figura 10 : Superfícies de resposta para o atributo sensorial textura das formulações de bolos de chocolate *light* utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.

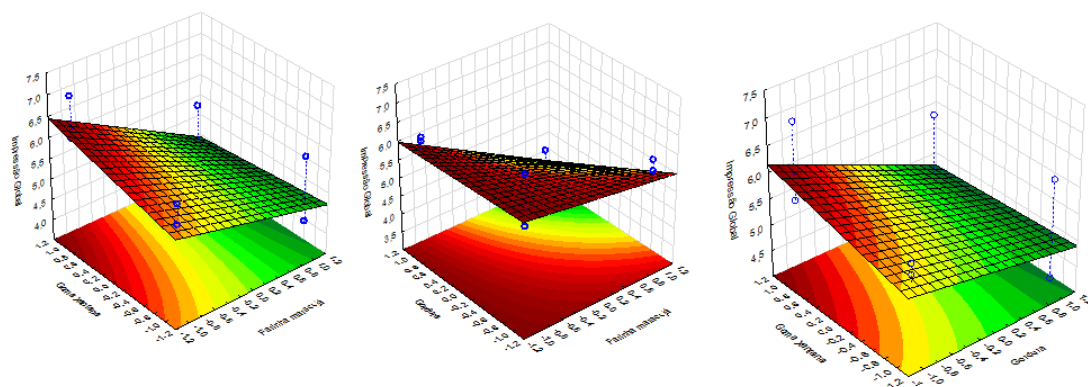


Figura 11 : Superfícies de resposta para o atributo sensorial impressão global das formulações de bolos de chocolate *light* utilizando farinha de casca de maracujá e goma xantana.

Os gráficos de superfície de resposta apresentam perfis planares denotando linearidade com os atributos sensoriais. Os resultados também permitem visualizar que, de fato, o bolo contendo menor percentual de farinha de maracujá e maior utilização de goma xantana alcançou maiores notas entre os consumidores. Shittu *et al.*, (2009), observaram que uso de hidrocolóides melhorou a aceitação de pães pelos avaliadores, onde foi destacado que o nível crescente de hidrocolóides melhorou aparência da crosta, sabor e aceitação global. Zambrano *et al.*, (2005), avaliaram o efeito dos hidrocolóides xantana e guar na substituição de gordura em bolos, os resultados encontrados confirmam a possibilidade de obtenção de bolos com maior volume, características internas e aspecto geral similares e com redução do teor de gordura de pelo menos 50%, quando comparados com o padrão, se substituídos na formulação níveis iguais ou superiores a 29,80% de gordura. Assim, a partir desse estudo podemos afirmar que o uso de hidrocolóides melhora a aceitação dos bolos gerando produtos mais saudáveis, pois possuem fibras em sua composição.

Com o intuito de ampliar o estudo da aplicação de hidrocolóides, empregou-se a goma guar e goma acácia como substituinte a goma xantana nas melhores formulações encontradas, conforme Tabela 8 e 9.

Destaca-se nesse estudo que a substituição da goma xantana pelas goma guar e a goma acácia a diminuição das notas dos atributos sensoriais avaliados. Contudo, a goma acácia mostrou-se mais efetiva para a substituição que a goma guar.

Tabela 8 – Médias de aceitação de bolos *light* com adição de farinha de maracujá e goma guar, em diferentes níveis de substituição

Formulações	Atributos Sensoriais				
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Padrão	7,63 ^a	7,57 ^a	8,17 ^a	8,17 ^a	8,17 ^a
F3	6,10 ^b	5,40 ^b	6,03 ^b	6,07 ^b	5,97 ^b
F5	6,57 ^a	6,43 ^b	5,80 ^b	6,87 ^c	6,13 ^b
F7	5,43 ^{c,b}	5,90 ^b	5,60 ^b	5,57 ^b	5,53 ^b

Medias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente quanto à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global.

Tabela 9 – Médias de aceitação de bolos *light* com adição de farinha de maracujá e goma acácia, em diferentes níveis de substituição

Formulações	Atributos Sensoriais				
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Padrão	7,63 ^a	7,57 ^a	8,17 ^a	8,17 ^a	8,17 ^a
F3	5,80 ^b	6,30 ^a	6,30 ^b	6,17 ^b	6,33 ^b
F5	6,57 ^{a,b}	6,43 ^a	5,80 ^b	6,87 ^{a,b}	6,13 ^b
F7	6,67 ^{a,b}	6,60 ^a	6,07 ^b	6,53 ^b	6,47 ^b

Medias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente quanto à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global.

O sabor é um dos maiores componente na avaliação sensorial, sendo impossível de ser avaliado pelos consumidores no momento da aquisição. O bolo deve possuir sabor delicado e típico dos bolos, isento de odores estranhos tais como ranço, azedo, mofo e outros, apresentando gosto levemente doce e ácido, sem sabores remanescentes ou estranhos (ANVISA, 2005). A formulação 3 (10% de farinha de maracujá, 1,5% de hidrocolóides, e 0% de gordura vegetal) independente do hidrocolóide utilizado foi a que obteve as maiores notas em relação ao quesito sabor, 7,10, 6,03 e 6,30, com a goma xantana, goma guar e goma acácia, respectivamente, correspondendo a gostei ligeiramente e gostei moderadamente de acordo com a escala hedônica estruturada de 9 pontos. Santos (2009), observou que a incorporação de até 15% de farinha de maracujá em bolos de chocolate permite obter bolos com

características similares aos comerciais e a bolos sem incorporação de farinha de maracujá.

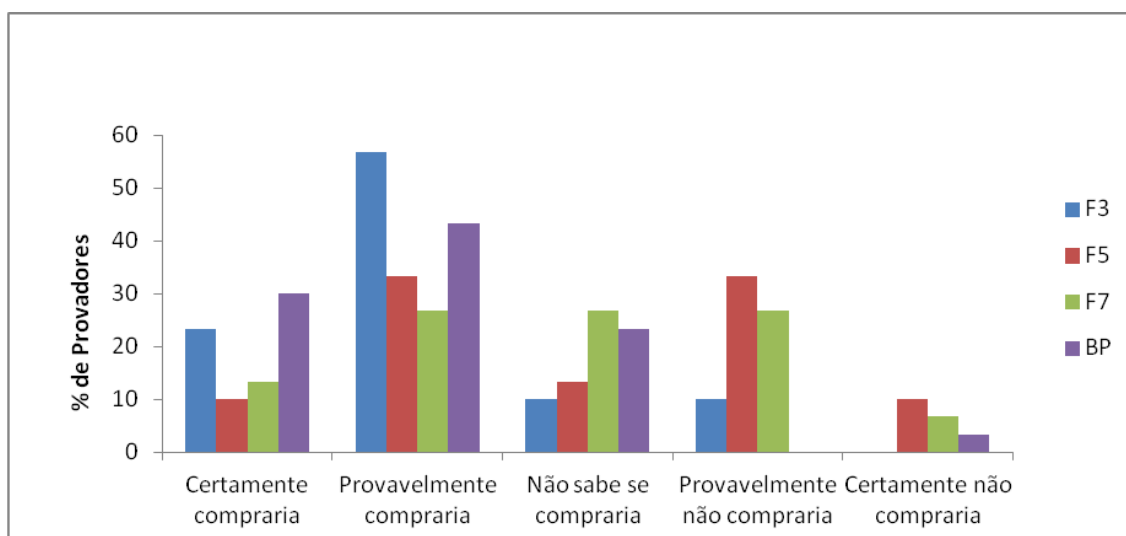
Marcílio *et al.*, (2005), avaliando os parâmetros gordura, farinha integral e farinha refinada na formulação de pães, observaram que as formulações que continham baixos percentuais de gordura apresentaram menor aceitação em relação ao sabor. Esse estudo vem a afirmar que a retirada de gordura dos bolos sem uma previa substituição do mesmo agrava o perfil do sabor dos pães, entretanto nas tabelas 7, 8, 9 é possível destacar que quando a gordura é substituída por hidrocolóides existe uma melhora significativa no tributo sabor quando comparada as formulações sem gordura.

6.2 INTENÇÃO DE COMPRA DOS BOLOS DE CHOCOLATES *LIGHT* E BOLO PADRÃO

A Figura 12, mostra as notas para a intenção de compra dos bolos de chocolate *light* e o bolo padrão. Pode perceber-se que a formulação 3 obteve aceitação entre os provadores quando comparado ao bolo padrão. O mesmo foi possível observar em Santos 2008, onde a adição da farinha de maracujá melhorou a aceitação pelos provadores.

O consumidor de maneira geral está familiarizado a bolos elaborados com farinha de trigo mista, assim levando uma aceitação de bolos com percentual mais elevado de fibra. Tal fato, também, por Borges *et al.*, (2006) que ao analisar a aceitação de bolos preparados com farinha mista de trigo e aveia observaram maior aceitação por parte dos provadores em bolos elaborados.

Figura 12 - Intenção de compra para os bolos de chocolate *light* formulados com adição de goma xantana e o bolo padrão



6.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DAS FARINHAS

6.3.1 SOLUBILIDADE, TAXA DE HIDRATAÇÃO E ABSORÇÃO DE GORDURA

A solubilidade está vinculada com a presença de moléculas solúveis, que está relacionado com a redução do tamanho do amido (Colonna *et al.*, 1989). A solubilidade tem efeito na funcionalidade da fibra e, principalmente, na estabilidade da viscosidade (Guillon, 2000).

A Tabela 10 mostram os resultados obtidos de solubilidade, taxa de hidratação e absorção de gordura, o qual indica que a solubilidade aumentou à medida que aumentou a taxa de hidratação, sendo esta mais elevada com a adição dos hidrocolóides xantana e guar, resultado este semelhante ao observado por Munhoz (2004). Uma tendência semelhante foi relatada por Ding o qual verificou que o efeito do

Tabela 10 - Análise dos parâmetros de solubilidade, taxa de hidratação e absorção de gordura das farinhas

Características Físico-Químicas das Farinhas			
Formulações	Solubilidade (%)	Taxa de Hidratação (g)	Absorção de Gorduras (g)
Farinha de maracujá	101,43 ± 0,86	5,85 ± 0,34	1,35 ± 0,16
Farinha de trigo	105,77 ± 2,50	5,95 ± 0,07	0,70 ± 0,18
Farinha de maracujá + farinha de trigo	103,45 ± 0,78	5,92 ± 0,02	1,55 ± 0,20
Farinha de maracujá + goma xantana	104,04 ± 2,21	5,99 ± 0,08	1,19 ± 0,07
Farinha de maracujá + farinha de trigo + goma xantana	106,53 ± 2,80	5,97 ± 0,10	1,21 ± 0,16
Farinha de maracujá + goma acácia	102,72 ± 1,85	5,89 ± 0,38	1,28 ± 0,12
Farinha de maracujá + farinha de trigo + goma acácia	102,08 ± 2,49	6,07 ± 0,37	1,10 ± 0,10
Farinha de maracujá + goma guar	103,73 ± 4,75	5,98 ± 0,37	1,31 ± 0,08
Farinha de maracujá + farinha de trigo + goma guar	105,01 ± 3,72	6,17 ± 0,37	1,17 ± 0,07

conteúdo de água na solubilidade foi crescente com o aumento do teor de sacarose.

Os resultados de absorção de gordura das farinhas demonstram que quanto maior o teor de fibra maior o teor de absorção de água. Segundo Ayadi *et al.*, (2009), as fibras são fontes de aumento da capacidade de absorção de água consequentemente maior a capacidade de absorver gordura.

6.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS FORMULAÇÕES

6.4.1 VISCOSIDADE

Na Tabela 11 é possível observar que as formulações onde há a associação de gordura e hidrocolóide diminui a viscosidade e aumenta a gravidade específica. O mesmo foi observado Sowmya *et al.*, (2009), estudando o efeito da substituição da gordura saturada por óleo de gergelim, hidrocolóides e emulsificantes em bolos, observaram que o aumento associado de óleo de gergelim e hidrocolóide diminui a viscosidade, aumenta a densidade da massa e diminui o volume do bolo.

Peressini *et al.*, (2009), investigaram os efeitos da adição dos hidrocolóides goma xantana e alginato de propileno glicol sobre as propriedades reológicas e desempenho da farinha de arroz na panificação em diferentes níveis de água. Observaram que a funcionalidade da farinha de arroz em termos de desempenho na panificação é melhorada com a adição de hidrocolóide.

Tabela 11 - Análise dos parâmetros de viscosidade e gravidade específica das massas cruas

Características físico-químicas das formulações (massa crua)		
Formulações	*Viscosidade (mPa.s)	Gravidade Especifica (g/cc)
Bolo Padrão	5.730.000	5,85
F 3 xantana	38.300.000	4,54
F3 guar	44.100.000	4,53
F3 acácia	32.300.000	4,55
F5	25.200.000	5,27
F7 xantana	17.900.000	5,24
F7 guar	21.200.000	5,31
F7 acácia	15.100.000	5,30

Amostra BP = Bolo Padrão; F3 (10% de farinha de maracujá, 1,5% de goma xantana/guar e acácia e 0% de gordura); F5 (10% de farinha de maracujá, 0% de hidrocolóide e 100% de gordura); F7 (10% de farinha de maracujá, 1,5% de goma xantana/guar e acácia e 100% de gordura)

- **Valores obtidos em uma taxa de cisalhamento de 93 s⁻¹**

6.4.2 GRAVIDADE ESPECÍFICA

Ashwini *et al.*, (2009) ressaltam que a gravidade específica da massa é uma propriedade física muito importante, pois auxilia na retenção de gás, que é inicialmente incorporado no processamento da massa e no tempo de mistura.

As características de gravidade específica das massas cruas foram analisadas, sendo os resultados apresentados na tabela 11, onde pode-se observar que no bolo padrão o resultado obtido foi de 5,85g/cc e nas formulações onde não há hidrocolóides (formulação 5) e onde existe a associação de hidrocolóides e gordura (formulação 7) os resultados foram similares ao padrão.

Sowmya *et al.*, (2009) investigaram o efeito da substituição da gordura por hidrocolóides e emulsificantes em bolos e obtiveram resultados onde mostram que as massas que continham hidrocolóides eram mais pesadas e não apresentavam a aeração adequada, estes resultados não foram observados neste trabalho.

6.5 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICA DOS BOLOS DE CHOCOLATE *LIGHT*

Os bolos de chocolate *light* formulados com goma xantana e farinha de casca de maracujá foram caracterizados quanto à sua composição centesimal. Também foram avaliadas as características de cor, textura e de volume específico das formulações.

6.5.1 ANÁLISE CENTESIMAL

Os ensaios da composição centesimal do bolo de chocolate *light* foram conduzidos de acordo com a metodologia descrita nos itens 10.5.1. A Tabela 12 apresenta a comparação centesimal dos bolos de chocolate *light* formulados neste trabalho e o bolo padrão.

O teor de proteína do bolo de chocolate *light* com farinha de casca de maracujá apresentou-se superior, em todas as formulações quando comparada ao bolo padrão. Os bolos formulados apresentaram um aumento de proteína, esses valores variaram entre 3,81 e 4,14 %. De acordo com Santos, (2008), esse aumento é devido ao aporte de proteínas da farinha de casca de maracujá, a qual apresenta maior valor protéico que a farinha de trigo. Moscatto *et al.*, (2004), observaram aumento de conteúdo proteico de 7,47 para 8,26%, em bolo de chocolate utilizando outras farinhas

Tabela 12 - Composição centesimal dos bolos de chocolates *light* formulados comparando-se com bolo padrão.

Formulação	Hidrocolóide	Composição (%)					Energia (Kcal/100g)	
		Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Fibras		Carboidratos
3	Goma Xantana	33,19 ± 0,33	3,17 ± 0,06	4,14 ± 0,21	5,91 ± 0,57	3,78 ± 0,12	49,81 ± 0,20	268,99 ± 0,29
3	Goma Guar	32,86 ± 0,56	3,48 ± 0,00	4,02 ± 0,01	6,48 ± 0,49	3,56 ± 0,29	49,60 ± 0,26	272,80 ± 0,21
3	Goma Acácia	36,83 ± 0,47	3,07 ± 0,30	4,10 ± 0,34	6,25 ± 0,38	3,54 ± 0,15	46,21 ± 0,12	257,49 ± 0,18
7	Goma Xantana	32,14 ± 0,59	2,46 ± 0,46	4,14 ± 0,36	10,89 ± 0,35	3,72 ± 0,14	46,65 ± 0,17	301,17 ± 0,08
7	Goma Guar	35,12 ± 0,67	2,68 ± 0,06	4,14 ± 0,40	12,07 ± 1,19	3,58 ± 0,18	42,41 ± 0,45	294,83 ± 0,36
7	Goma Acácia	35,93 ± 1,08	3,11 ± 0,06	4,11 ± 0,21	11,26 ± 1,12	3,48 ± 0,17	40,89 ± 0,53	281,34 ± 0,35
5	Sem Goma	31,97 ± 1,92	2,87 ± 0,19	3,81 ± 0,10	12,80 ± 1,06	3,48 ± 0,09	45,07 ± 0,81	310,72 ± 0,17
	Bolo Padrão	24,51 ± 1,70	3,12 ± 0,47	1,58 ± 0,01	10,11 ± 0,59	1,93 ± 0,14	58,75 ± 0,67	338,63 ± 0,16

de vegetais como farinha de yacon (40%) na presença de 6% de inulina.

Em relação ao conteúdo de umidade é possível observar o aumento deste teor nos bolos formulados quando comparado ao bolo padrão Cauvain (1998) relaciona algumas alterações que ocorrem em bolos vinculados às condições de armazenamento, embalagem, temperatura e umidade relativa como aumento da dureza devido à perda de água para a atmosfera e à migração da água do recheio para a massa, tendência ao esfarelamento devido às alterações na coesividade e modificações no aroma e sabor. O aumento da umidade pode estar associado a maior capacidade de absorção de água pela farinha de maracujá, tornando a massa do bolo mais úmida. Tulyathan *et al.*, (2002) observaram também o aumento da umidade com a suplementação de fibra em massa de panificação com farinha de sementes de jaca, fibra que também possui maior capacidade de absorção de água, assim podendo destacar essa característica como destaque nas massas integrais.

Os teores de fibras aumentam consideravelmente com a incorporação da farinha de maracujá (10%), quando comparado com o bolo padrão (0%). Bowles *et al.*, (2006) observaram aumento de até 221% quando suplementavam a massa de pães com 15% de farinha de okara. De acordo com a Portaria 27/98 da ANVISA (BRASIL, 1998) pode-se classificar o bolo de chocolate light aqui formulados como fonte de fibras, devido a conteúdo deste componente esta acima ter no mínimo de 3g/100g.

Para o conteúdo de lipídios, as formulações que tinham adição de hidrocoloides e sem adição de gordura obtiveram uma redução significativa quando comparado ao bolo padrão e aqueles com combinação de gordura e hidrocolóides. Os teores de lipídios variam entre 5,91 e 12,80 %, destacando que o melhor e menor resultado foi a formulação (F3) com goma xantana.

Observa-se para ao parâmetro de carboidrato que as formulações obtiveram uma redução no seu teor, essa redução pode ser justificada pelo acréscimo da farinha de maracujá. Segundo Santos (2009), o teor de carboidrato na farinha de maracujá é mais baixo em relação à do trigo, o qual possui um elevado teor de carboidrato, (43,18% na farinha de maracujá e 82,14% na farinha de trigo). Já o teor de cinzas não houve variações quando comparado ao bolo padrão, o mesmo observou-se em Santos (2009).

Os valores para o conteúdo energético diminuíram para as formulações que tinha em sua composição a incorporação de hidrocoloides e a exclusão da gordura quando comparados com o bolo padrão, em destaque também a F3 com goma xantana com valor de 268,99 kcal. Estas formulações caracterizam-se como *light* devido à redução de 25% do conteúdo calórico do bolo padrão, de acordo com a Portaria SVS/MS 27, de 13 de janeiro de 1998.

6.5.2 ANÁLISE DA COR DOS BOLOS FORMULADOS

A cor da superfície do alimento é um parâmetro de qualidade avaliado pelos consumidores, sendo fundamental para a aceitação do produto, mesmo antes de o mesmo ser levado à boca. A cor dessa superfície é percebida pelo consumidor e utiliza como uma ferramenta para aceitar ou rejeitar o alimento. A observação da cor, assim, permite a detecção de certas anomalias ou defeitos que possam apresentar os produtos alimentares Rateesh *et al.*, (2011).

Para obter uma estimativa do escurecimento, a coordenada L* (luminosidade) tem sido frequentemente utilizada assim, quanto maior seu valor, mais clara é a amostra e, portanto, menor é o escurecimento. Os valores de L* variam de 0 (preto) a 100 (branco). Observa-se na Tabela 13 que todas as formulações obtiveram

Tabela 13 - Análise dos parâmetros de cor L, a+, b+, textura e volume específico dos bolos de chocolate *light*

Formulações	L *	Cor		Textura		Volume
		a +	b +	Firmeza (g)	Elasticidade (%)	Específico (ml/g)
BP	43,73 ± 0,64	17,93 ± 0,40	31,83 ± 0,47	196,4	43,22	2,57 ± 0,92
F3 xantana	40,67 ± 0,81	16,67 ± 0,12	32,27 ± 0,29	906,3	55,74	2,13 ± 0,08
F3 guar	34,00 ± 0,46	19,23 ± 0,21	31,37 ± 0,38	1356,4	54,03	1,96 ± 0,07
F3 acácia	36,17 ± 0,40	17,57 ± 0,12	31,67 ± 0,40	858,1	55,71	2,10 ± 0,14
F5	39,27 ± 0,40	27,27 ± 0,17	32,43 ± 0,25	759,8	48,12	2,46 ± 0,90
F7 xantana	32,33 ± 0,06	17,67 ± 0,25	27,70 ± 0,26	1030,4	49,03	2,04 ± 0,13
F7 guar	38,37 ± 0,21	17,40 ± 0,20	31,73 ± 0,06	1064,3	52,61	1,89 ± 0,07
F7 acácia	38,40 ± 0,36	17,77 ± 0,12	32,17 ± 0,06	981,1	51,01	1,93 ± 0,04

Amostra BP = Bolo Padrão; F3 (10% de farinha de maracujá, 1,5% de goma xantana/guar e acácia e 0% de gordura); F5 (10% de farinha de maracujá, 0% de hidrocolóide e 100% de gordura); F7 (10% de farinha de maracujá, 1,5% de goma xantana/guar e acácia e 100% de gordura).

resultados L^* entre 32,33 e 43,73, assim caracterizando que as amostras possuem uma cromaticidade mais escurecida. Esta coloração pode ser consequência da utilização dos ingredientes da formulação com cor mais escura, como o achocolatado *light* e da farinha de maracujá.

Padilha *et al.*, (2009) avaliaram o uso de farinha de yacon na formulação de bolos de chocolate para verificar a influência deste constituinte sobre a qualidade sensorial e cromaticidade do produto. Quanto ao parâmetro de luminosidade (L^*), todas as amostras foram consideradas escuras, já que na escala de 0 a 100 apresentaram valores abaixo de 50 ($L^* < 50$).

Nas coordenadas a^* os resultados obtidos neste estudo foram a^+ , o qual atribui a cor vermelha para os valores positivos e a coordenada b^* os resultados obtidos foram b^+ , o qual atribui a cor amarela para valores positivos. Os resultados dessas análises demonstram que todas as amostras tiveram coloração semelhante com valores de a^* positivo entre $16,27 \pm 0,12$ e $27,27 \pm 0,17$ de b^* positivo variando entre $27,70 \pm 0,26$ e $32,27 \pm 0,29$. Silva (2007), menciona que a combinação dos cromos positivos a^* e b^* resulta na coloração marrom, cor característica de produtos elaborados com chocolate e seus derivados. Fatores como a presença de açúcares e ovos também afetam a coloração dos bolos, pois acelera reação de caramelização, levando ao escurecimento progressivo da crosta e do miolo Giese, (2000).

Esteller *et al.*, (2006) formularam bolos de chocolate produzidos com pó de cupuaçu e kerfir e também encontraram valores menores que 50 para a coordenada L^* e valores positivos para as coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , traduzindo em amostras com coloração mais escura e forte coloração amarelada ou dourada, que, mesmo na coloração castanho-escuro característica de produtos com derivados de chocolate, podem ser “filtradas” e aparecem em produtos ricos em proteínas, açúcares redutores e

ovos (carotenóides). As Figuras 13,14 e 15 permitem observar a similaridade das cores dos bolos, o padrão e as formulações 3, 5 e 7.

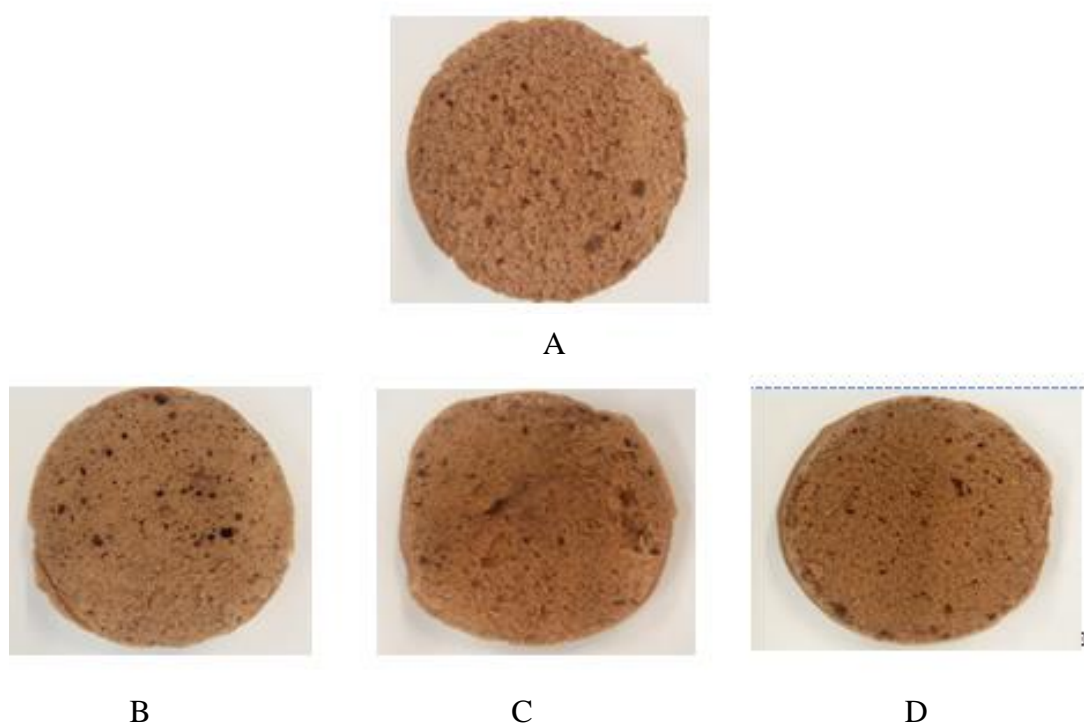


Figura 13– Fotografia das formulações 3 – A) Bolo Padrão B) hidrocolóide xantana C) hidrocolóide guar D) hidrocolóide acácia.



Figura 14 – Fotografia da formulação 5



A

B

C

Figura 15 - Fotografia da formulação 7 – A) hidrocolóide xantana B) hidrocolóide guar C) hidrocolóide acácia

A Figura 16 apresenta a aparência da crosta dos bolos de chocolates *light* contendo as variáveis hidrocolóides, observa-se que o uso o uso da goma xantana em substituição de gordura deixa a superfície mais seca e espessa , quando comparado com a goma guar e a goma acácia, confirmando o trabalho realizado por Shittu *et al.*, (2009), os quais destacam que a presença da goma xantana na redução da água disponível para a gelatinização do amido, devido à competição com outras macromoléculas presentes, e desta forma produzindo crostas irregulares. Entretanto, quando comparado os bolos sem a superfície externa observamos que visualmente não há diferença em seu interior.

Aspectos das Crostas



A

B

C

Figura 16: Aparência da crosta e do miolo dos bolos de chocolate *light* com incorporação de farinha de maracujá com goma xantana, goma guar e goma acácia na formulação 3. (A) – aparência da crosta xantana; (B) – aparência da crosta guar; (C) – aparência da crosta acácia.

6.5.3 TEXTURA

A dureza ou firmeza do bolo de chocolate, avaliada por métodos instrumentais (texturômetros) é proporcional à força aplicada para ocasionar uma deformação ou rompimento da amostra e está correlacionada com a mordida humana durante a ingestão dos alimentos (Esteller *et al.*, 2006). Os resultados de textura das formulações são apresentados na tabela 13. A formulação que apresentou o maior valor de elasticidade foi a 3 contendo xantana (55,54%) e o menor foi a formulação 5 que não continha hidrocolóide (48,12%). Este resultado provavelmente está relacionado com a capacidade de reter e evitar a migração de água, propriedade que faz com que os hidrocolóides sejam utilizados como ferramentas na substituição de gordura em produtos de panificação.

A formulação 5 permitiu obter o bolo menos firme (759,8g) e a formulação 3 contendo guar a formulação com mais firmeza. Segundo Baker (1990), em produtos de panificação, a goma guar e/ou xantana (concentração de até 1%) oferecem melhor retenção de ar na massa dos bolos e maior maciez.

Segundo Miller *et al.*, (1993), a firmeza, a oleosidade, a elasticidade, a viscosidade e a suavidade são, entre os atributos da textura, os que podem ser alterados de acordo com os sólidos da gordura. Singh *et al.*, (2001) estudaram o comportamento da goma xantana nas dosagens de 0,1 a 0,5% em pães no decorrer de 24, 48, 72 e 96 horas após o forneamento. Para medida de maciez do pão foram realizadas medidas instrumentais e sensoriais, resultando na confirmação de que a goma xantana torna os pães mais macios no decorrer do tempo de estocagem.

6.5.4 VOLUME ESPECÍFICO

Dluzewska *et al.*, (2001) estudaram a influência dos hidrocolóides, goma guar, goma locusta e goma xantana em pães sem glúten, em termos de volume específicos, estrutura do miolo e propriedades sensoriais. Os resultados mostraram que a concentração mais efetiva para hidrocolóides isolados ou em misturas, foi de 1%. Doses superiores não melhoraram as características dos pães, pelo contrário, afetaram de maneira adversa nas propriedades físico-químicas e sensoriais dos pães.

Na Tabela 13 mostram os resultados obtidos nesse estudo onde observa-se que o uso de 1,5% de hidrocolóides apresentou uma boa aceitação pelos julgadores, discordando com o estudo realizado por Dluzewska *et al.*, (2001). Uma justificativa para essa melhora na aceitação seria o uso da fibra de maracujá que retém água formando géis viscosos (pectina) melhorando a textura, sabor e aparência.

O volume específico mostra a relação entre o teor de sólidos e a fração de ar existente na massa assada. Na tabela 9 pode-se verificar a influência da adição de hidrocolóides nas formulações de bolo em relação ao volume específico, sendo que a formulação 5 foi a única que obteve valores similares quando comparada ao bolo padrão. Este resultado está relacionado a um dos efeitos mais conhecido das gorduras, a propriedade de promover a aeração da massa, o que influencia de maneira direta no volume do bolo, em razão a formação e estabilização da espuma Turabi *et al.*, (2008).

As formulações 7 com a utilização dos hidrocolóides guar e acácia resultou em um melhor volume específico quando comparado as formulações 3 e ao bolo padrão. Segundo Esteller *et al.*, (2006) massas com densidade alta ou volume específico baixo (embatumadas), apresentam aspecto desagradável ao consumidor, associadas com alto

teor de umidade, falhas no batimento e cocção, pouca aeração, difícil mastigação, sabor impróprio e baixa conservação.

Segundo Turabi *et al.*, (2008), a incorporação de ar na massa, durante o batimento, é um aspecto fundamental para obtenção de bolos de boa qualidade, com bom volume e estrutura de miolo homogênea.

Rosell *et al.*, (2001), avaliaram o efeito de diversos hidrocolóides em pães, incluindo goma xantana, na dosagem de 0,5%. Todos os testes utilizando goma xantana aumentaram o volume específico do pão em relação ao padrão (sem hidrocolóides), com exceção do alginato de sódio.

Munhoz *et al.*, (2004) avaliou a dosagem total de 0,3 a 1,7% de hidrocolóides em pães o qual diminuiu o volume específico do pão em relação ao padrão, exceto no ponto central, ou seja, a 1 % de hidrocolóides (0,5% de goma xantana e 0,5% de goma guar), que resultou no valor otimizado de volume específico.

Na Tabela 13 também é possível observar que a formulação 5 obteve um volume específico similar ao padrão, o mesmo pode ser destacado no trabalho de Sowmya *et al.*, (2009) que observaram que as massas com hidrocolóides ficaram mais pesadas obtendo gravidade específica piores.

7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que :

As formulações desenvolvidas com substituição de gordura vegetal por hidrocolóides e farinha de trigo por farinha da casca de maracujá foram possíveis de serem executadas;

Além disso, apresentaram características sensoriais gerais adequadas ao consumo, especialmente a F3 (goma xantana); Dessa forma, conclui-se que os hidrocolóides são uma opção à indústria alimentícia em substituição às fontes lipídicas utilizadas em produtos de panificação;

As formulações desenvolvidas com substituição de gordura vegetal por hidrocolóides e farinha de trigo por farinha da casca de maracujá foram possíveis de serem executadas;

Além disso, apresentaram características sensoriais gerais adequadas ao consumo, especialmente a F3 (goma xantana); Dessa forma, conclui-se que os hidrocolóides são uma opção à indústria alimentícia em substituição às fontes lipídicas utilizadas em produtos de panificação;

Em relação à composição centesimal, as formulações com adição de farinha da casca de maracujá e hidrocolóides apresentaram maiores teores de fibras, umidade e proteína. Entretanto, apresentaram menores concentrações de lipídios, carboidratos de valor calórico total, podendo serem classificados, de acordo com a legislação, como alimentos *light* e fonte de fibras;

8. REFERÊNCIAS

AHMAD, J.I. **Health and dietary fiber**. Nutrition. Food Science. 1, 18–22, 1995.

ALMEIDA, L.B, **Disbiose Intestinal**. Revista Brasileira Nutrição Clínica, v.24, n.1, p.58, 2008.

ALVIM I. D.; SGARBIERI V. C.; CHANG, Y. K. **Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas a base de farinha de milho, derivados de levedura e caseína**. Ciência e Tecnologia dos Alimentos, 22(2), p. 170-176, 2002.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Produtos Light, de acordo com a Portaria 27/98 da ANVISA, 1998.

ASHWINI A., R. JYOTSNA, D. INDRANI, **Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake**, Food Hydrocolloids 23, 2009.

AYADI M. A., W. ABDELMAKSOU, M. ENNOURI, H. ATTIA, **Cladodes from Opuntia fícus indica as a source of dietary fiber: effect on dough characteristics and cake making**, Industrial Crops and Products 30, 40–47 2009.

BAUMGARTNER R.N.; HEYMSFIELD S.B.; ROCHE A.F. **Human body composition and the epidemiology of chronic disease**. Obesity Res., 3: 73-95, 1995.

BORGES Antonia de Maria, PEREIRA Joelma, JÚNIOR Antenor SILVA, LUCENA Eliseu, PEREIRA Marlônio, SALES Júlio Cesar, **Estabilidade da pré mistura de bolo elaborado com 60% de farinha de banana verde**, Ciência agrotécnica, Lavras, v. 34, n. 1, p. 173-181, jan./fev., 2010.

BORGES Antonia de Maria, PEREIRA Joelma, SILVA Júnior Antenor, ELISEU Lucena Marlônio PEREIRA Sales Júlio CesaR, **Estabilidade da pré mistura de bolo elaborado com 60% de farinha de banana verde**, Ciência. agrotécnica., Lavras, v. 34, n. 1, p. 173-181, jan./fev., 2010.

BORGES, J.T.S; PIROZI, M.R.; Lucia, S.M.D; PEREIRA ,P.C.; FIALHO E MOARES, A.R.; CASTRO,V.C., **Utilização de farinha mista de trigo e aveia na elaboração de bolos**. Boletim CEPPA. Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, jan./jun. 2006.

BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. **Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(3), p. 652-659, 2006.

BROOKER, B. E. **The stabilization of air in cake batters the role of fat.** *Food Structure*, 12, 285–296, 1993.

BUENO R.O. G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera.** Dissertação de mestrado, UFPR, Curitiba, Brasil, 2005.

CAI Xuran, YAN Hong, ZHENGBIAO Gu, YAYUAN Zhang, **The effect of electrostatic interactions on pasting properties of potato starch/xanthan gum combinations.** *Food Research International* 44 3079–3086, 2011.

CALEGUER Valentina de Fátima, BENASSI Marta de Toledo, **Efeito da adição de polpa, carboximetilcelulose e goma arábica nas características sensoriais e aceitação de preparados em pó para refresco sabor laranja,** *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 27(2): 270-277, abr.-jun. 2007.

CAPRILES Vanessa Dias, ARÊAS José Alfredo Gomes, **Avaliação da qualidade tecnológica de *snacks* obtidos por extrusão de grão integral de amaranto ou de farinha de amaranto desengordurada e suas misturas com fubá de milho,** *Brazilian J. Food Technology.*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 21-29, jan./mar. 2012.

CAUVAIN S. P. **Improving the control of staling in frozen bakery products.** *Trends in Food Science Technology*, Amsterdam, v.9, n.2, p. 56-61, 1998.

CHANDALIA M, GARG A. LUTJOHANN, BERGMANN KV GRUNDY SM, BRINKLEY LJ. **Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus** *The New England Journal of Medicine* 342: 1392-1398, 2000.

CHEFTEL J. C. H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos,** Zaragoza, Acribia, P. 162-169, v.1. , 2000.

CHEN, J., & DICKINSON, E. J. **Viscoelastic properties of protein stabilized emulsions: Effect of protein–surfactant interaction.** *Agricultural Food Chemistry*, 46(1), 91–97, 1998.

CHUNG Hyun-Jung, LEE Seung-Eun, HAN Jung-Ah, LIM Seung-Taik, **Physical properties of dry-heated octenyl succinylated waxy corn starches and its application in fat-reduced muffin,** *Journal of Cereal Science* 52 496 e 501, 2010.

COELHO, K.D. **Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.)**. Dissertação de mestrado, USP, São Paulo, Brasil, 2006.

COLONNA, P.; Tayeb, J.; MERCIER, C. **Extrusão de produtos de amido**. In: MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, JM (eds). *Extrusion cooking*. AACC, 1989. São Paulo: AACC, p. p. 247-319. 247-319, 1989.

CÓRDOVA KV, GAMA TMT, WINTER CMG, KASKANTZIS NETO G, FREITAS RJS. **Características físico-químicas da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) obtida por secagem**. Boletim CEPPA 23: 221-230, 2005.

COUTO S. R. M.; DERIVI S. C. N.; MENDEZ M. H. M. **Utilização tecnológica de subprodutos da indústria de vegetais**. *Higiene Alimentar*, v. 18, n. 124, p. 12-22, 2004.

DAMIÃO Renata, SARTORELLI S. Daniela, HIRAI Amélia, BEVILACQUA R. Marselle, MORAIS Vera Lúcia, SALVO Antonio, FERREIRA G. Sandra Roberta, GIMENO A. Suely Godoy, **Impacto de um programa de intervenção sobre o estilo de vida nos perfis metabólico, antropométrico e dietético em nipo-brasileiros com e sem síndrome metabólica**. *Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabólica*, 2011.

DEFAYE J, WONG E. **Structural Studies of Gum-Arabic, The exudates polysaccharide from acacia-senegal**, *Carbohydrate Research*, 150, 221-231, 1986.

DIAS, M. V., **Seleção do processo de maceração do albedo de maracujá amarelo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2006, Curitiba. *Anais...* Curitiba: SBCTA, p. 20, 2006.

DING, QB. **The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks**. *Journal of Food Engineering*, v. 66, n. 3, p. 3, p. 283-289, 2005. 283-289, 2005.

DLUZEWSKA, E. MARCINIAK, K. DOJCZEW, D. **Gluten-free bread concentrates with hydrocolloids**, *Zywose Warsaw*, v.1, p. 57-67, 2001.

DURIGAN, J. F.; DURIGAN, M. F. B. **Características dos Frutos**. In: MATSUURA, F. C. A. U., FOLEGATTI, M. I. S. *Frutas do Brasil* 23, 1 ed., chap. 2, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

ESTELLER M. S.; ZANCANARO O. Junior; LANNES, S. C. S. **Bolo de “chocolate” produzido com pó de cupuaçu e kefir.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 42, n. 3, 2006.

FERRARI R. A.; COLUSSI F.; AYUB R. A. **Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes.** Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 26, n. 1, 2004.

FERREIRA Edilene.; FERNANDES Luiz Carlos; GALENDE B. Sharize; CORTEZ, Diogenes.; BAZOTTE B. Roberto, **Efeito hipoglicemiante do extrato hidroalcoólico de folhas de *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae).** Revista Brasileira Farmacognosia. 18(3): 339-343, Jul./Set. 2008.

FILOZOF C.; GONZALEZ C.; SEREDAY M.; MAZZA C. & BRAGUINSKY, J., **Obesity prevalence and trends in Latin-American countries.** Department of Biology, Obesity Reviews:99-106. 2001.

FREITAS, M. C. J. ET AL. **Composição química de biscoitos sequilhos elaborados com farinha de semente de abóbora (*Curcubita maxima*, L.).** In: CONGRESSO Brasileiro de Nutrição, 17 Porto Alegre. Porto Alegre: ASBRAN; AGAN, 2002b. 1 CD. 2002.

FRENCH, S. A.; STORY, M. & JEFFERY, R. W., **Environmental influences on eating and physical activity.** Annu Rev Public Health, 22:309-35. 2001.

FRIAS, A. D. **Fitoestrógenos da soja.** São Paulo: Sanavita Ciências em Alimentos. Disponível em: <http://www.sanavita.com.br/artigos>. Acesso em: 14 fev. 2001.

GALISTEO, M.; DUARTE, J.; ZARZUELO, A. **Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome.** Journal Nutrition Biochemistry 19, 71-84p., 2008.

GHARIBZAHEDI S. M. T., MOUSAVI S. M., HAMED M., KHODAIYAN F., RAZAVI S. H., **Development of an optimal formulation for oxidative stability of walnut-beverage emulsions based on gum arabic and xanthan gum using response surface methodology,** Carbohydrate Polymers 87 1611– 1619, 2012.

GIESE, J. **Color measurement in food as a quality parameter.** Food and Technology, v. 54, n. 2, p. 62-63, 2000.

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, p. 167-173, 2007.

GUTKOSKI L. C., BONAMIGO Jane Maria, TEIXEIRA Débora, PEDÓ Ivone, **Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. **Procedimento para teste laboratorial de panificação –pão de forma.** Ciência e Rural, 32 (5), p. 873-879, 2002.

Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (1999). **Controlled atmosphereinduced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit.** Postharvest Biology and Technology, 17, 19–32.

HOLDSWORTH S. D. **Rheological models used for the prediction of the flow properties of food products: a literature review.** Trans. E. Part. C, p.139-78, 1993.

HOWARD BV, VAN HORN L, HSIA J, MANSON JE, STEFANICK ML, WASSERTHEIL-SMOLLER S, **Low-fat dietary pattern and risk of cardiovascular disease: the Women’s Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial.** JAMA;295(6):655-66, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. CULTURAS TEMPORÁRIAS E PERMANENTES, Produção Agrícola municipal. Rio de Janeiro, 2010.

KALLIO P, KOLEHMAINEN M, LAAKSONEN DE, KEKALAINEN J, SALOPURO T, SIVENIUS K, **Dietary carbohydrate modification induces alterations in gene expression in abdominal subcutaneous adipose tissue in persons with the metabolic syndrome: the FUNGENUT Study.** American Journal Clinical Nutrition; 85(5):1417-27. 2007.

KATCHER HI, LEGRO RS, KUNSELMAN AR, GILLIES PJ, DEMERS LM, BAGSHAW DM, et al. **The effects of a whole grain-enriched hypocaloric diet on cardiovascular disease risk factors in men and women with metabolic syndrome.** The American Journal of Clinical Nutrition.;87(1):79-90, 2008.

KENDALL C. W., AUGUSTIN L. S., EMAM A., JOSSE A. R., SAXENA N., JENKINS D. J. **The glycemic index: methodology and use.** Nestle Nutrition Institute Workshop Series: Clinical & Performance Program, 11, 43–53, discussion 53–56. 2006.

KLEIN S, BURKE LE, BRAY GA, BLAIR S, ALLISON DB, PI-SUNYER X, et al. **Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease.** A Statement for professionals from the American Heart Association council nutrition, physical activity, and metabolism. *Circulations*; 110: 2952-2967, 2004

LARAZIDOU, A.; DUTA, D.; PAPAGEORGIOU, M.; BELE, N.; BILIADERIS, G. G. **Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations.** *Journal of Food Engineering*, v. 79, p. 1033-1047, 2007.

LIN M. J. Y. HUMBERT E. S. SOSULSKI F.W. **Certain functional properties of sun flower meal products.** *Journal Food Science*, 39,368, 1974.

LÓPEZ Antonio José Pérez, LÓPEZ Nicolas José Manuel, DELICADO Estrella Núñez, **Effects of Agricultural Practices on Color, Carotenoids Composition, and Minerals Contents of Sweet Peppers, cv. Almuden,** Department of Food Science and Technology, Campus de los Jerónimos, Catholic University of San Antonio, *J. Agric. Food Chem.*, , 55 (20), pp 8158–8164, 2007.

LORGERIL M, SALEN P. **The Mediterranean-style diet for the prevention of cardiovascular diseases.** *Public Health Nutrition*; 9(1A):118-23, 2006.

LOTTENBERG P. Ana Maria, **Importance of the dietary fat on the prevention and control of metabolic disturbances and cardiovascular disease,** Laboratório de Lípidos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), São Paulo, SP, Brasil, *Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabólica*;53/5, 2009.

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

LUDWIG DS. **The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease.** *The Journal of the American Medical Association*; 287:2414-2423, 2002.

LUTZ Adolfo, **INSTITUTO ADOLFO LUTZ.** Normas Analíticas do Instituto. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. Sao Paulo: IMESP, p. 33-34, 1985.

MARCÍLIO Roberto, FARFAN Jaime, SILVA Maria Aparecida, **Avaliação da Farinha de Amaranho na Elaboração de Biscoito sem Glúten do tipo Cookie.** *Brazilian Journal Food Technology*, v.8, n.2.175-181, abr./jun. 2005.

MATTOS Lúcia Leal, MARTINS S. Ignez, **Consumo de fibras alimentares em população Adulta**, Revista de Saúde Pública, Volume 34 Fevereiro p. 50 – 55, 2000.

MELLO D Vanessa, LAAKSONEN E. David, **Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2**, Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabólica, 53/5, 2009.

MELO A Enayde.. MACIEL S. Maria Inês; LIMA A. G. Vera Lúcia; LEAL Fernanda Lídia L.; CAETANO S. Ana Carla; NASCIMENTO R. Josefa. **Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MENDONÇA, C. P; **Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil**. Caderno de Saúde Pública, 20:698-709, 2004.

MOLARIUS A.; SEIDELL J. C.; SANS S.; TUOMILEHTO J. & KUULASMAA K., **Educational Level, Relative Body Weight, and Changes in Their Association Over 10 Years:An International Perspective From the WHO MONICA Project**. Am J PublicHealth, 90:1260-68. 2000.

MONTEIRO C. A.; MONDINI L. COSTA R. B. L., **Mudanças na composição e adequação nutricional da dieta familiar nas áreas metropolitanas do Brasil (1988-1996)**. Revista de Saúde Pública, 34:251-258, 2000.

MOSCATTO, J. A.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; HAULLY, M. C. **Farinha de yacon e insulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate**. Ciência e Tecnologia dos Alimentos, 24(4), p. 634-640, 2004.

MUKPRASIRT A.; SAJJAANANTAKUL K. **Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (Artocarpus heterophyllus Lam.) compared with modified starches**. International Journal Food science and Technology, 39, p. 271-276, 2004.

MUNHOZ Maisa Peixoto, WEBER Fernanda Hart, CHANG Yoon Kil, **Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho**. Ciência Tecnologia Alimentos, Campinas, 24(3): 403-406, jul.-set. 2004.

NEY, K. H. **Sensogamme, Eine Methodische Erweiterung der Aromagramme**. Gondian, v. 88, n. 1, p. 19-29, 1988.

NUNES M. A., APPOLINARIO J. C., GALVÃO A. L., COUTINHO W., **Transtornos Alimentares e Obesidade**, 2ª edição, 2006.

OLIVEIRA L. F.; NASCIMENTO M. R. F.; BORGES S. V.; RIBEIRO P. C. N.; RUBAK V.R. **Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda**. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, 22(3), p. 259-262, 2002.

ONWULATA C.I., **Baking properties of Milk protein-coated wheat bran**. *Journal of Food Processing and Preservation*, V.32, número 1, p.24-38, 2008.

ONWULATA, C.I. **baking properties of Milk protein-coated wheat bran**. *Journal of Food Processing and Preservation*, v.32, n.1.p. 24-38, 2008.

PADILHA Vivianne Montarroyos, ROLIM Priscilla Moura, SALGADO Silvana Magalhães, LIVERA Alda Souza, ANDRADE Samara Alvachian Cardoso, GUERRA Nonete Barbosa, **Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**, 2009.

PERESSINI Donatella, SENSIDONI Alessandro, **Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs**, *Journal of Cereal Science* 49 - 190–201, 2009.

PIRES, Christiano, OLIVEIRA Maria Goreti de Almeida, ROSA José César, COSTA Neuza Maria Brunoro. **Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

PI-SUNYER F.X. **Health implications of obesity**. *Am. J. Clinical. Nutrition*, 53 (Supl):1595-603, 1991.

RAMOS A.T., CUNHA M. A. L., SURUR A.U.O.S., PIRES V.C., CARDOSO A.A., DINIZ M. F., **Uso de *Passiflora edulis* f. fl avicarpa na redução do colesterol**. *Revista Brasileira Farmacognosia* 17, 592-97, 2007.

RAO, M. A. STEFFE J.F. **Viscoelastic properties of food**. New York: Elsevier Applied Science, p. 441, 1992.

RATEESH Krishnan, USHA Dharmaraj, MANOHAR R. Sai, MALLESHI N.G. - **Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour**. *Food Chemistry* 129 499–506, 2011.

RAUPP S. Dorivaldo, CARRIJO R. Kelly Cristina, COSTA F. Léa Luzia. **Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã.** Science. agriculture., Piracicaba, v.57, n.3, p.395-402, jul.set. 2000.

RIBEIRO Milene, MINIM Valéria, RODRIGUES Paula, MINIM Luis Antônio, ARRUDA Aline Cristina, CERESINO Elaine, CARNEIRO Helena Cristina FERRER, CIPRIANO Paula, **Estudo de mercado de iogurte da cidade de Belo Horizonte/MG,** Rev. Ceres, Viçosa, v. 57, n.2, p. 151-156, mar/abr, 2010.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de Alimentos,** São Paulo: Edgard Blücher: Instituto Mauá de Tecnologia, 184 p., 2004.

ROBERTS K.T., CUI S.W., CHANG Y.H., GRAHAM T., **The influence of fenugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread,** Food Hydrocolloids 26 350e358, 2012.

ROBERTS K.T., **The physiological and rheological effects of foods supplemented with guar gum,** Food Research International, 44 1109–1114, 2011.

ROJAS, J.A.; ROSELL, C.M.; DE BARBER, C.B. **Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems.** Food Hydrocolloids, Amsterdam, v. 13, p. 27-33, 1998.

ROSALAM, S.; England, R. **Review of xanthan gum production from unmodified starches by Xanthomonas campestris sp.** Enzyme and Microbial Technology, New York, v. 39, n. 2, p. 197-207, 2006.

SABANIS D., LEBESI D., TZIA C., **Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread,** Food Science and Technology p. 42 1380–1389, 2009.

SANTOS Junior, J. C. M.. **Laxantes e Purgativos –O paciente e a constipação Intestinal.** Revista. Coloproct, outubro volume 23. número2, 2003.

SANTOS, A. Dissertação de mestrado: **Incorporação da farinha de maracujá na produção de bolo de chocolate,** 2008.

SCHULZE MB, LIU S, RIMM EB, MANSON JE, WILLET WC, HU FB, **Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women.** American Journal Clinical Nutrition; 80:348-356, 2004.

SHITTU Taofik A., RASHIDAT A. Aminu, EVELYN O. Abulude, **Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread**, Department of Food Science and Technology, University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria - Food Hydrocolloids, 2009.

SILVA, A. S. S. **Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães confeccionados com diferentes quantidades de yacon. A raiz da yacon (Smallanthus sonchifollius Poepping & Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial.** Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)–Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007. cap. 3, p. 101-131. 2007.

SOUZA M. L.; MENEZES H. C. **Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: Parâmetros de qualidades.** Ciências e Tecnologia dos Alimentos, 24(1), p. 120-128, 2004.

SOWMYA M. A, T. JEYARANI B, R. JYOTSNA A, D. INDRANI , **Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes** Food Hydrocolloids, 2009.

SPANHOLI Luciana, OLIVEIRA Viviani Ruffo, **Utilização de farinha de albedo de maracujá (passiflora edulis flavicarpa degener) no preparo de massa alimentícia.** Alimentação Nutrição, v.20, n.4, p. 599-603, out./dez. 2009.

STEEMBURGO T, DALL'ALBA V, ALMEIDA JC, ZELMANOVITZ T, GROSS JL, DE AZEVEDO MJ. **Intake of soluble fibers has a protective role for the presence of metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes.** European J Clinical Nutrition;63(1):127-33, 2009.

SUTER PM. **Carbohydrates and dietary fiber.** Handbook of Experimental Pharmacology 2005.

TARDIDO, A. P. & FALCÃO, M. C., **O impacto da modernização na transição nutricional e obesidade.** Revista Brasileira Nutrição Clínica, 21:117-24, 2006.

TEDRUS G. A. S.; ORMENESE R. C. S. C.; SPERANZA S. M.; CHANG Y. K.; BUSTOS F. M. **Estudo da adição de vital glúten a farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães.** Ciência e Tecnologia dos Alimentos, 21(1), p. 20-25, 2001.

TERRES G. Nicole, PINHEIRO T. Ricardo, HORTA L. Bernardo, PINHEIRO A. T. Karen, HORTA L. Lúcia **Prevalence and factors associated to overweight and obesity in adolescents.** Revista Saúde Pública 40(4):627-33, 2006.

THE WORLD HEALTH REPORT. **Global strategy on diet, physical activity, and health.** Geneva: World Health Organization; 2004.

THEBAUDIN J. Y, LEFEBVRE C., HARRINGTON M., BOURGEOIS C.M., **Dietary fibres: Nutritional and Technological interest.** Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v. 8, n. 2, p. 41-47, 1997.

THEBAUDIN, J.Y., LEFEBVRE, A.C., HARRINGTON, M., BOURGEOIS, C.M., **Dietary fibres:nutritional and technological interest.** Trends Food Science. Technology 81, 41–48, 1997.

TIBURCIO, D.T.S. **Enriquecimento protéico de farinha de mandioca com farinha de soja de sabor melhorado: desenvolvimento e avaliação nutricional de um novo produto.** Viçosa, 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa. 2000.

TOLEDO R. T. **Fundamentals of food Process Engineering.** New York: chapman & Hall, p. 602, 1991.

TUBARI, E.; SUMNU, G.; SAHIN, S. **Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend.** Food Hydrocolloids. V. 22, p 305-312, 2008.

TULYATHAN, V.; TANANUWONG, K.; SONGJINDA, P.; JAIBOON, N. **Some physicochemical properties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) seed flour and starch.** Science Asia, 28, p. 37-41, 2002.

VAN ITALLIE, T.B. **Health implications of overweight and obesity in the United States.** Ann. Intern. Med., 103: 983-8, 1985.

WANG, J.; ROSELL, C. M.; BARBER, C. B. **Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality.** Food Chemical, v. 79, n.2, p. 221-226, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.**

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: Preventing and managing the global epidemic**,1997.

ZAMBRANO Francy, HIKAGE Audrey, ORMENESE Rita de Cássia CELESTE, MONTENEGRO MARTINS Flávio, RAUEN-MIGUEL Ana Maria, **Efeito das Gomas Guar e Xantana em Bolos como Substitutos de Gordura** Brazilian Journal Food Technology, v.8, n.1, p. 63-71, jan./mar., 2005.