

## E R R A T A

Página **vii**, item 3.5 *Otimização dos níveis de adição de Litesse® e gordura*, ao invés de *adição do substituto de gordura e açúcar*.

Página **viii**, item 4.2 *Otimização dos níveis de adição de Litesse® e gordura*, ao invés de *Litesse®, açúcar e gordura*.

Página **xii**, página 62 – Correto: *Figura 4.8*, ao invés de *Figura 4.9*.

Página **xvi**, substitui-se a página toda por:

### S U M M A R Y

The development of new products by the food industry aims at satisfying the needs of a specific consumer market, which has opted for nutritionally balanced products which are part of their normal food habits. This study aimed at developing a product highly accepted and consumed by the Brazilian population – cake – with reduced fat and sugar contents, and enriched with fibres. Two central compound statistical designs were used to collect the affective data, which were analysed by response surface methodology. In the first experiment the independent variables were the ingredients Litesse® and fat, and the concentrations of these ingredients in the formulations varied from 20 to 34% and from 0 to 4% respectively. The dependent variables were the sensory responses of overall acceptance and acceptance of the flavour, texture and appearance. The dependent variable of specific volume was also analysed. Of the 11 different treatments, the formulation which obtained greatest acceptance amongst the consumers was that containing 27% Litesse® and no fat addition. In the second experiment, the percent additions of Litesse® and fibre were optimised, varying between 15 and 25% and between 0 and 10% respectively. The dependent variables were overall acceptance, acceptance of the external and crumb appearance and the consumer buying intention. A panel of experts also evaluated the attributes of appearance – crumb moisture and compactation, cell uniformity and size, intensity of the yellow colour of the cake, of texture – moisture and softness, and flavour – residual and off-flavours. The formulation containing 23.55% Litesse® and 1.45% fibre was the most accepted formulation amongst the consumers and obtained the highest score with the panel of experts. This formulation of fibre enriched diet cake was flavoured with orange, chocolate and vanilla flavourings, and submitted to affective sensory tests. The orange flavoured cake received the overall global acceptance. The proximate composition of this cake was approximately 40.0% moisture, 47.5% starch, 8.0% protein, 2.2% fat, 1.9% ash and 0.4% sugar. The reduction in fat and calories of the diet cake made without added sugar, as compared to the traditional cake, was approximately 80% and 19.0% respectively.

**Key words:** diet cake, Litesse®, fibres, product development, response surface methodology, affective sensory tests.

Página **7**, 2º. parágrafo, 1ª. linha

Correto: *a polidextrose*, ao invés de *o Litesse®*.

Página **23**, 1º. parágrafo, 16ª. linha

Correto: *propionato de cálcio*, ao invés de *propionato de sódio*.

Página **26**, item 3.5 *Otimização dos níveis de adição de Litesse® e gordura*, ao invés de *adição do substituto de gordura e açúcar*.

Página 27, acrescenta-se como 1º. parágrafo:

A formulação de bolo diet sem adição de açúcar, ajustada através de testes experimentais, foi utilizada como referência para as formulações na otimização de porcentagens de Litesse e gordura. Foi composta pelos seguintes ingredientes: 27% farinha de trigo, 20 a 32% de Litesse®, 16% ovo *in natura*, 0 a 4% gordura vegetal hidrogenada, 1,7% leite em pó desnatado, 1,4% fermento em pó, 0,2% de emulsificante Dimodan®, conservante propionato de cálcio, sorbitol, aspartame, ciclamato, sacarina e água.

Página 41

1º. parágrafo, 3ª. linha

Continua: ...conferidos ao bolo *aromatizado a partir da formulação de no. 2 (23,55% Litesse® e 1,45% fibra)*.

2º. parágrafo, 6ª. linha

Item 3.7 – no lugar de 3.6.3, o correto é 3.6.2.1.

5º. parágrafo, substitui-se parágrafo todo por: O teor de açúcar foi determinado com a utilização da metodologia da AOAC 935.39 (16ª. edição, v. II, cap. 32).

Página 46, item 4.2 *Otimização dos níveis de adição de Litesse® e gordura*, ao invés de *Litesse®, açúcar e gordura*.

Página 48

A formulação no. 8 foi composta dos seguintes ingredientes: 27% farinha de trigo, 27% Litesse®, 16% ovo *in natura*, 1,7% leite em pó desnatado, 1,4% fermento em pó químico, 0,2% emulsificante Dimodan®, sorbitol, acesulfame-k, ciclamato, sacarina, conservante propionato de cálcio e água usada para a hidratação dos ingredientes sólidos.

Página 57, Tabela 4.5, rodapé.

Correto: 27% de Litesse®, ao invés de 20% de Litesse®.

Página 57, última linha.

Correto: Tabela 3.2, e não Tabela 3.1.

Página 58, 1º. parágrafo, 3ª. linha.

No lugar de *sabor, textura, volume, aparência e textura instrumental*, o correto é: *atitude de compra, aparência externa, aparência do miolo*.

Página 67, 1º. parágrafo, 3ª. linha; e 2º. parágrafo, 2ª. linha.

Correto: Tabela 3.2 e não Tabela 2.2.

Página 68, 1º. parágrafo, 2ª. linha.

Correto: Tabela 3.2 e não Tabela 2.2.

Página 72

1º. parágrafo, 1ª. linha.

Correto: Figura 4.10, ao invés de 4.11.

2º. parágrafo, 2ª. linha.

Correto: Figura 4.11, ao invés de 4.12

3º. parágrafo, 2ª. linha.

Correto: Figura 4.12, ao invés de 4.13

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO

# DESENVOLVIMENTO DE BOLO *DIET* ENRIQUECIDO COM FIBRAS: OTIMIZAÇÃO DO PRODUTO ATRAVÉS DE TESTES SENSORIAIS AFETIVOS

LÚCIO BONI TUROLA  
Engenheiro de Alimentos

Dra. MARIA APARECIDA AZEVEDO P. SILVA  
Orientadora

Dr. YOON KIL CHANG  
Co-orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da  
Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de  
mestre em Alimentos e Nutrição.

PARECER

Este exemplar corresponde à  
redação final da tese defendida  
por **Lúcio Boni Turola**,  
aprovada pela Comissão  
Julgadora em 22 de novembro  
de 2002.

Campinas  
2002

Campinas, 22 de novembro de 2002.

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

Prof.ª Dra. Maria Aparecida  
Azevedo Pereira da Silva  
Presidente da Banca

200306101

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE BOLO *DIET*  
ENRIQUECIDO COM FIBRAS: OTIMIZAÇÃO DO  
PRODUTO ATRAVÉS DE TESTES SENSORIAIS  
AFETIVOS**

LÚCIO BONITUOLA  
Engenheiro de Alimentos

Dra. MARIA APARECIDA AZEVEDO P. SILVA  
Orientadora

Dr. YOON KIL CHANG  
Co-orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da  
Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de  
mestre em Alimentos e Nutrição.

Campinas  
2002

UNIDADE	80
Nº CHAMADA	T/UNICAMP T862d
V	EX
TOMBO BCI	52380
PROC.	124103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	
Nº CPD	

CM00179775-1

BIB ID 279797

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

T862d

Turola, Lúcio Boni

Desenvolvimento de bolo diet enriquecido com fibras:  
otimização do produto através de testes sensoriais afetivos /  
Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva. – Campinas, SP:  
[s.n.], 2002.

Orientador: Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva  
Co-orientador: Yoon Kil Chang  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

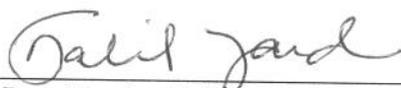
1.Bolos. 2.Fibras. 3.Avaliação sensorial. I.Silva, Maria  
Aparecida Azevedo Pereira da. II.Chang, Yoon Kil.  
III.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia  
de Alimentos. IV.Título.

## BANCA EXAMINADORA



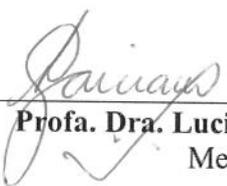
---

**Prof. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva**  
Orientadora



---

**Dra. Denise Calil Pereira Jardim**  
Membro



---

**Profa. Dra. Luciane Vieira Garcia**  
Membro

---

**Profa. Dra. Flávia Maria Nettos**  
Suplente

## A g r a d e c i m e n t o s

- ✓ a Deus, que me dá força, coragem e determinação, para fazer e não somente rezar, para ser e não apenas desejar;
- ✓ em especial à prof. Cida, pela oportunidade e orientação;
- ✓ pela atenção e correção dos membros da banca e do meu co-orientador;
- ✓ ao CNPq pela concessão da bolsa;
- ✓ aos fornecedores de ingredientes;
- ✓ à Maísa e aos provadores do Laboratório de Desenvolvimento & Aplicações de Ingredientes Alimentares da Rhodia Brasil Ltda;
- ✓ aos provadores e consumidores de bolo *diet*, pela preciosa participação nos testes sensoriais;
- ✓ à Selma, pela colaboração na obtenção das superfícies, e à Carol, pela apresentação;
- ✓ ao pessoal do Laboratório de Cereais e Análise Sensorial;
- ✓ a minha família e aos meus queridos amigos e amigas.

Dedico este trabalho ao meu irmão  
*Tomás* (memória) e ao meu pai.

“Somos afligidos de todos os lados,  
mas não vencidos pela angústia;  
postos em apuros,  
mas não desesperançados;  
perseguidos,  
mas não desamparados;  
derrubados,  
mas não aniquilados”.

(2Cor 4, 8-9)

# ÍNDICE GERAL

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	ix
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	xi
<b>RESUMO</b>	xiv
<b>SUMMARY</b>	xvi
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	4
<b>2.1 Bolo Diet</b>	4
2.1.1 <i>Substitutos de açúcar e gordura</i>	4
2.1.2 <i>Fibra alimentar</i>	7
<b>2.2 Testes Sensoriais Afetivos</b>	9
<b>2.3 Otimização de Formulações Através da Metodologia de Superfície de Resposta</b>	11
<b>2.4 Patologias Relacionadas com Dietas Alimentares</b>	14
2.4.1 <i>Obesidade</i>	14
2.4.2 <i>Diabetes</i>	16
2.4.3 <i>Aterosclerose</i>	18
2.4.4 <i>Hipertensão arterial</i>	19
2.4.5 <i>Anorexia nervosa</i>	20
2.4.6 <i>Bulimia nervosa</i>	21
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	23
<b>3.1 Matérias-primas e Ingredientes</b>	23
<b>3.2 Equipamentos</b>	23
<b>3.3 Composição Aproximada da Farinha de Trigo</b>	24
3.3.1 <i>Umidade</i>	24
3.3.2 <i>Proteína bruta</i>	24

3.3.3 <i>Lipídios totais</i>	24
3.3.4 <i>Cinzas</i>	24
3.3.5 <i>Amido</i>	24
<b>3.4 Propriedades de Mistura da Farinha de Trigo</b>	<b>25</b>
3.4.1 <i>Absorção de água</i>	25
3.4.2 <i>Tempo de chegada</i>	25
3.4.3 <i>Tempo de desenvolvimento da massa</i>	25
3.4.4 <i>Estabilidade da massa</i>	26
3.4.5 <i>Tempo de saída</i>	26
3.4.6 <i>Índice de Tolerância</i>	26
<b>3.5 Otimização dos Níveis de Adição do Substituto de Gordura e Açúcar nas Formulações</b>	<b>26</b>
3.5.1 <i>Teste de batimento</i>	27
3.5.2 <i>Teste de forneamento</i>	27
3.5.3 <i>Planejamento experimental e análise estatística</i>	28
3.5.4 <i>Testes de aceitação das formulações</i>	29
3.5.5 <i>Avaliação do volume das formulações</i>	33
<b>3.6 Enriquecimento do Bolo com Fibras</b>	<b>33</b>
3.6.1 <i>Determinação do tipo e níveis de adição de fibras</i>	34
3.6.2 <i>Otimização dos níveis de adição de fibras nas formulações</i>	36
3.6.2.1 <i>Aceitação das formulações</i>	37
3.6.2.2 <i>Análise descritiva das formulações</i>	37
<b>3.7 Aromatização do Bolo Diet Enriquecido com Fibras</b>	<b>41</b>
<b>3.8 Caracterização Nutricional e Física do Bolo Diet Aromatizado e Enriquecido com Fibras</b>	<b>41</b>
3.8.1 <i>Caracterização nutricional</i>	41
3.8.2 <i>Caracterização física</i>	42
<b>3.9 Aceitação dos Bolos Diet Aromatizados</b>	<b>44</b>

3.10 Variação dos Atributos de Textura em Função do tempo de Armazenamento do Bolo	44
<b>4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>46</b>
4.1 Composição e Propriedades da Farinha	46
4.2 Otimização dos Níveis de Adição do Litesse®, Açúcar e Gordura	46
4.3 Enriquecimento do Bolo com Fibras	56
4.3.1 Determinação do tipo e níveis de adição	56
4.3.2 Otimização das formulações: teste de aceitação	58
4.3.3 Otimização das formulações: equipe de provadores treinados	68
4.4 Aromatização do Bolo Diet Enriquecido com Fibras	71
4.4.1 Aceitação dos produtos por consumidores	71
4.4.2 Caracterização nutricional	74
4.4.3 Caracterização física	74
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>78</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 3.1 – Variáveis codificadas e decodificadas do planejamento experimental para otimização da formulação de bolo diet</i>	28
<i>Tabela 3.2 – Variáveis codificadas e decodificadas do planejamento experimental para otimização da formulação de bolo diet</i>	36
<i>Tabela 4.1 – Estimativa dos efeitos, coeficientes e respectivos erros padrão e níveis de significância das regressões preditivas da aceitação global, do sabor, da textura, aparência e do volume do bolo, em função das variáveis codificadas associado a porcentagem de Litesse e gordura</i>	48
<i>Tabela 4.2 – Valores médios de aceitação das amostras de bolo diet junto a consumidores</i>	54
<i>Tabela 4.3 – Distribuição (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos atribuídos para a aceitação global, sabor, textura e aparência da formulação de número 8</i>	55
<i>Tabela 4.4 – Valores médios da atitude de compra para os atributos de aparência e aceitação geral das formulações de bolo diet junto aos consumidores</i>	56
<i>Tabela 4.5 – Somatório dos valores obtidos no teste de ordenação-preferência em relação à aparência externa de seis formulações de bolo enriquecido com fibras</i>	57

<i>Tabela 4.6 – Estimativa dos efeitos, coeficientes das regressões, erros padrão e níveis de significância associados aos modelos preditivos da aceitação global, da atitude de compra, aparência externa e aparência do miolo em função das variáveis codificadas porcentagem de Litesse® e fibra</i>	59
<i>Tabela 4.7 – Valores médios de aceitação das amostras de bolo diet junto a consumidores</i>	65
<i>Tabela 4.8 – Distribuição (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para aceitação global, aparência externa e aparência do miolo da formulação 2</i>	66
<i>Tabela 4.9 – Valores de médias das notas atribuídas pelos provadores experts às amostras para os atributos de aparência</i>	68
<i>Tabela 4.10 – Valores de médias das notas atribuídas pelos provadores experts às amostras para os atributos de textura e sabor</i>	70
<i>Tabela 4.11 – Valores de médias das notas atribuídas pelos consumidores aos bolos diet de laranja, chocolate e baunilha para os atributos de aparência, aceitação global e atitude de compra</i>	71
<i>Tabela 4.12 – Avaliação da aparência e qualidades física e sensorial do bolo diet sabores laranja, chocolate e baunilha</i>	75
<i>Tabela 4.13 – Perfil de textura dos bolos de laranja, chocolate e baunilha no tempo de 1 dia de armazenamento</i>	76
<i>Tabela 4.14 – Perfil de textura do bolo sabor baunilha nos tempos de 1, 10, 20 e 30 dias de armazenamento</i>	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 3.1 – Ficha de avaliação da aceitação do atributo de aparência do bolo diet</i>	31
<i>Figura 3.2 – Ficha de avaliação da aceitação geral, sabor e textura do bolo diet</i>	32
<i>Figura 3.3 – Ficha de ordenação de preferência</i>	35
<i>Figura 3.4 – Definições dos parâmetros sensoriais avaliados por equipe treinada</i>	39
<i>Figura 3.5 – Ficha de escala de intensidade para os provadores experts</i>	40
<i>Figura 3.6 – Atributos utilizados na avaliação da aparência e qualidade sensorial do bolo</i>	43
<i>Figura 4.1 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação global de formulações de bolo diet</i>	49
<i>Figura 4.2 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação do sabor de formulações de bolo diet</i>	50
<i>Figura 4.3 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação da textura de formulações de bolo diet</i>	51
<i>Figura 4.4 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação da aparência de formulações de bolo diet</i>	52

<i>Figura 4.5 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação do volume de formulações de bolo diet</i>	53
<i>Figura 4.6 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à aceitação global de formulações de bolo diet enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse®</i>	60
<i>Figura 4.7 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à atitude de compra de formulações de bolo diet enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse®</i>	61
<i>Figura 4.9 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à aceitação da aparência do miolo de formulações de bolo diet enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse®</i>	62
<i>Figura 4.9 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à aceitação da aparência externa de formulações de bolo diet enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse®</i>	63
<i>Figura 4.10 – Distribuição de freqüência (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para aparência do bolo diet sabores de laranja chocolate e baunilha</i>	73
<i>Figura 4.11 – Distribuição de freqüência (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para aceitação global do bolo diet sabores de laranja, chocolate e baunilha</i>	73

Figura 4.12– Distribuição de freqüência (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para atitude de compra do bolo *diet* sabores de laranja, chocolate e baunilha

73

## RESUMO

O desenvolvimento de novos produtos pela indústria alimentícia procura atender às necessidades de um mercado consumidor específico, que opta por produtos nutricionalmente balanceados e que pertençam ao seu hábito alimentar. Neste trabalho objetivou-se desenvolver um produto com alta aceitação e consumo pela população brasileira - bolo - com redução das quantidades de gordura e açúcar, e enriquecido com fibras. Foram utilizados dois delineamentos estatísticos centrais compostos para coleta de dados afetivos, aos quais foi aplicada a metodologia de superfície de resposta. Num primeiro experimento as variáveis independentes foram os ingredientes Litesse® e gordura. A concentração desses ingredientes nas formulações variou entre 20 e 34% e 0 e 4%, respectivamente. As variáveis dependentes foram as respostas sensoriais de aceitação global, aceitação do sabor, textura, e aparência. A variável dependente volume específico foi também analisada. Verificou-se que para os 11 diferentes tratamentos a formulação que obteve maior aceitação entre os consumidores foi a que continha 27% de Litesse® e nenhuma adição de gordura. Num segundo experimento foram otimizadas as porcentagens de adição de Litesse® e de fibras, as quais variaram entre 15 e 25% e 0 e 10%, respectivamente. As variáveis dependentes foram a aceitação global, aceitação da aparência externa e do miolo e a atitude de compra dos consumidores. Uma equipe de provadores *experts* avaliou também atributos de aparência – umidade e compactação do miolo, uniformidade e tamanho das células, intensidade de cor amarela do bolo, textura – umidade e maciez, e sabor – estranho e residual. Essas medidas foram também utilizadas na otimização do bolo. Obteve maior aceitação entre os consumidores e maior pontuação entre a equipe de *experts* a formulação com 23,55% de Litesse® e 1,45% de fibras. Esta formulação de bolo *diet* sem adição de açúcares e enriquecido com fibras foi

aromatizada nos sabores laranja, chocolate e baunilha, e submetida a testes sensoriais afetivos. O bolo de laranja foi o de maior aceitação global. Sua composição centesimal aproximada foi de 40,0% de umidade, 47,5% de amido, 8,0% de proteína, 2,2% de gordura, 1,9% de cinzas e 0,4% de açúcares. A redução de gordura e de calorias do bolo *diet* sem adição de açúcar em relação ao bolo tradicional foi de aproximadamente 80% e 19,0%, respectivamente.

**Palavras-chaves:** bolo *diet*, Litesse®, fibras, desenvolvimento de produtos, metodologia de superfície de resposta; testes sensoriais afetivos.

## SUMMARY

The development of new products by the food industry aims at satisfying the needs of a specific consumer market, which has opted for nutritionally balanced products which are part of their normal food habits. This study aimed at developing a product highly accepted and consumed by the Brazilian population – cake – with reduced fat and sugar contents, and enriched with fibres. Two central compound statistical designs were used to collect the affective data, which were analysed by response surface methodology. In the first experiment the independent variables were the ingredients Litesse® and fat, and the concentrations of these ingredients in the formulations varied from 20 to 34% and from 0 to 4% respectively. Of the 11 different treatments, the formulation which obtained greatest acceptance amongst the consumers was that containing 27% Litesse® and no fat addition. In the second experiment, the percent additions of Litesse® and fibre were optimised, varying between 15 and 25% and between 0 and 10% respectively. The formulation containing 23.55% Litesse® and 1.45% fibre was the most accepted formulation amongst the consumers and obtained the highest score with a panel of experts. This formulation of fibre enriched *diet* cake was flavoured with orange, chocolate and vanilla flavourings, and submitted to affective sensory tests. The orange flavoured cake received the greatest global acceptance. The proximate composition of this cake was approximately 40.0% moisture, 47.5% starch, 8.0% protein, 2.2% fat, 1.9% ash and 0.4% sugar. The reduction in calories of the *diet* cake as compared to the traditional cake was 19.0%, and its shelf life under the conditions studied was 20 days.

**Key words:** diet cake, Litesse®, fibres, product development, response surface methodology, affective sensory tests.

## 1. INTRODUÇÃO

Somente indivíduos adequadamente nutridos podem alcançar o seu potencial pleno em todos os níveis do metabolismo. Assim, uma dieta equilibrada é fator essencial para a manutenção da boa saúde de uma população, sendo importante para a manutenção das funções básicas do organismo, e uma poderosa arma para prevenir e tratar inúmeras doenças da vida moderna (Katch & Mcardle, 1996; Anderson, 1988).

Ainda que seja crescente a preocupação dos indivíduos em manter uma alimentação adequada, a adoção de dietas hipocalóricas vem também aumentando na população brasileira. Estudos recentes junto a população universitária feminina da UNICAMP-Brasil, evidenciaram excesso de consumo de proteínas entre as jovens com deficiência de consumo calórico e de nutrientes como cálcio e ferro (Lemos, 2002). Regimes alimentares desequilibrados que se caracterizam por excesso ou deficiência de nutrientes têm sido identificados por muitos pesquisadores e trazem o risco de desnutrição e manifestação de doenças de fundo nutricional como anemia ferropriva, osteoporose, dentre outras (Anderson, 1998).

Infelizmente, em busca de um padrão bem definido de beleza, as mulheres em especial tornam-se escravas do seu próprio corpo e, para perder ou manter o "peso ideal" praticam dietas extremas, o que pode ocasionar doenças e complicações para o organismo (Flaherty, 1990).

Por outro lado, a obesidade é também um fator de risco indiscutível encontrando-se associada a outras doenças como: diabetes Mellitus, hipertensão arterial, alteração nos níveis de triglicérides e de colesterol,

infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral, câncer, entre muitas outras complicações (Alberti & Zimmet, 1998; Ferreira, 1997; Reaven & Witztum, 1996). No Brasil, a obesidade acomete aproximadamente 25% da população adulta (Abeso, 2000), apresentando-se portanto como um considerável fator de risco à saúde da população.

Educação alimentar é um dos pontos fundamentais tanto no tratamento da obesidade, como de outros distúrbios alimentares. O tratamento básico apóia-se em modificações do comportamento alimentar do indivíduo, incrementando-se o consumo de alimentos saudáveis contendo adequado conteúdo de vitaminas, proteínas, fibras, carboidratos, etc, e que não contenham excesso de gorduras (Muls, 1998; Katch & Mcardle, 1996). Dentro desta perspectiva, de especial interesse são aqueles alimentos que além de atenderem a esses quesitos, pertençam também ao hábito alimentar dos indivíduos.

A indústria de alimentos sempre se interessou em agregar valor aos seus produtos dentro de alternativas que atendam as necessidades e expectativas da população (Campos, 1995). Assim, numa tentativa em atender à demanda de um mercado consumidor específico, que além de optar por produtos nutricionalmente balanceados não deseja abrir mão de alimentos que pertençam ao seu hábito alimentar, como bolos, bolachas, pães, etc.; a indústria alimentícia moderna tem investido no desenvolvimento de produtos com teor reduzido de gorduras (notadamente as gorduras animais) e açúcares e, enriquecidos com fibras dietéticas (Carranca, 2001).

Nas empresas modernas, o desenvolvimento de novos produtos requer procedimentos que permitam envolver o consumidor em cada

etapa de sua concepção, realimentando constantemente a equipe técnica com dados acerca das necessidades do consumidor potencial, seus hábitos, valores, preferências, níveis de aceitação dos protótipos desenvolvidos, dentre outros (Santana, 1999; Campos, 1995; Cardello et al, 1985).

Uma das técnicas mais populares de otimização da aceitação de um novo produto em função de variáveis de processo (tempo, temperatura, etc.) ou de formulação (níveis de adição de ingredientes chaves) é a metodologia de superfície de resposta (Bruns et al, 1995; Costell, 1999). Através desta técnica, é possível se maximizar a aceitação de um novo alimento junto aos seus consumidores potenciais ao mesmo tempo em que se minimiza por exemplo, o nível de adição de ingredientes básicos no produto. Vários pesquisadores têm utilizado esta técnica estatística no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (Bergara & Silva, 2002; Mendes et al, 2001; Oliveira et al, 2001; Chang et al, 1998).

Pelo exposto, a presente pesquisa teve por objetivo desenvolver uma versão *diet* e nutricionalmente saudável de um produto alimentício de alta aceitação e consumo pela população brasileira - bolo - pela substituição do açúcar por edulcorantes não calóricos e redução significativa dos níveis de gordura da formulação original, e seu enriquecimento com fibras dietéticas. Para se garantir a concepção de um produto de alta aceitação junto ao mercado consumidor, aplicou-se a metodologia de superfície de resposta, de forma a se otimizar as variáveis independentes - níveis de adição dos substitutos de gordura, açúcar e fibras - em função de respostas coletadas junto aos consumidores potenciais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Bolo Diet

Alimentos para fins especiais são produtos especialmente formulados e produzidos para utilização em dietas diferenciadas, nos quais se introduz quaisquer modificações no conteúdo de nutrientes. Os alimentos para fins especiais incluem aqueles para dietas com restrição de gorduras, de açúcares, dietas para controle de peso, entre outros alimentos destinados a fins dietoterápicos específicos (Ministério da Saúde, 1996).

De acordo com a Portaria nº. 234, de 21/05/1996 do Ministério da Saúde brasileiro, os alimentos dietéticos, comumente denominados de *diet*, devem atender às necessidades dietoterápicas específicas de indivíduos com exigências físicas, metabólicas, fisiológicas e/ou patológicas particulares.

Com relação à adição de açúcar, um alimento é considerado *diet* se o limite deste ingrediente no produto pronto para o consumo for menor do que 0,5g/100g; ele é considerado *diet* sem adição de gordura se for menor do que 0,15% de gorduras; e não calórico, se o produto tiver menos do que 5 Kcal/100g (Ministério da Saúde, 1996).

#### 2.1.1 Substitutos de açúcar e gordura

Gorduras e açúcares são ingredientes de menor custo nas formulações de produtos alimentares, e portanto, a substituição destes por ingredientes com menor aporte calórico não só aumenta o custo do produto final, como introduz dificuldades de ordem tecnológica. A

eliminação de açúcares e gorduras pode afetar a estabilidade dos produtos de panificação, alterando principalmente o sabor, a aparência, a textura, o volume e a cor (Ciacco & Chang, 1982).

A principal função do açúcar no bolo é dar amaciamento à farinha de trigo e reter a umidade após o cozimento, deixando a massa mais fluida. Além disso, o açúcar é responsável pela cor característica do bolo associada ao processo de caramelização (Ciacco & Chang, 1986).

A aplicação da gordura vegetal hidrogenada melhora a maciez de produtos de panificação, retém o gás dentro da massa, contribuindo assim para aumentar o volume do produto final, conferindo uniformidade na distribuição e tamanho das células do miolo (Ciacco & Chang, 1986).

Para se desenvolver um bolo sem adição de açúcares, com redução da quantidade de gordura, e com calorias reduzidas, se faz necessário a utilização de edulcorantes e agentes de corpo (Mitchell et al, 2001; Garmam, 2000; Neville & Setser, 1986).

Os edulcorantes podem ser naturais, como o esteviosídeo, manitol e sorbitol, ou artificiais, como o acesulfame-K, ciclamato e sacarina (Bobbio & Bobbio, 1992). São utilizados na preparação de bolos, tortas, recheios, molhos, gelatinas, pudins, bebidas, atentando-se à quantidade correta de adoçante necessária para se obter o sabor desejado em relação às receitas convencionais, assim como à legislação (Ciacco & Chang, 1982).

Alguns indivíduos experimentam desagradável sabor residual com a ingestão de edulcorantes em alimentos. Porém, quando se mistura dois ou mais edulcorantes diferentes, pode-se verificar que devido ao poder

sinérgico da mistura, o problema do sabor desagradável muitas vezes é amenizado (Birch & Munton, 1982).

A sacarina foi a primeira substância adoçante sintética a ser descoberta, em 1878. Ela tem poder adoçante aproximadamente trezentas vezes maior que a sacarose, não é calórica, não é metabolizada pelo organismo humano, e tem alta estabilidade com a variação da temperatura. Em 1986, foi comprovada sua segurança para a saúde (Jackson et al, 1987).

O ciclamato é largamente empregado na indústria de alimentos. Com menor poder adoçante do que a sacarina, é quarenta vezes mais doce que a sacarose. Trata-se de um produto sintético, não calórico, não metabolizável pelo organismo, possui estabilidade à altas e baixas temperaturas e em meios ácidos (Jackson et al, 1987).

O acesulfame-K é o adoçante sintético de maior resistência ao armazenamento prolongado e a diferentes temperaturas. Adoça duzentas vezes mais que a sacarose, não é calórico e não é metabolizado pelo organismo (Jackson et al, 1987).

O sorbitol, também denominado D-glucitol, encontra-se naturalmente presente em algumas frutas como a ameixa, a cereja, a maçã, o pêssego e em certas algas marinhas. Tem o poder edulcorante igual ao da sacarose. O sorbitol fornece 4Kcal/g e ao ser absorvido pelo organismo se transforma em frutose, que é transformada em glicose no fígado. Por ser um processo lento, não altera significativamente a glicemia. É resistente aos processos de aquecimento (Jackson et al, 1987).

O Litesse® é uma polidextrose beneficiada, um polímero da dextrose aprovado pelo FDA. É solúvel em água e parcialmente metabolizada pelo organismo, apresentando valor calórico de 1Kcal/g. Foi desenvolvida como agente de corpo, volume e textura na produção de alimentos com calorias reduzidas (Locke, 1999; Neville & Setser, 1986; Freeman & Thomas, 1982).

Freeman & Thomas (1982) aplicaram o Litesse® em produtos de panificação com calorias reduzidas, entre os quais bolos, cookies, pudins e sorvetes. A segurança alimentar da polidextrose foi estabelecida mediante 32 estudos com animais e 8 estudos em humanos. Os autores observaram efeito laxativo quando o composto é ingerido em altas quantidades de Litesse® - 90g/dia em adultos.

A utilização do Litesse® é bastante difundida em alimentos para fins especiais, com as funções de reduzir calorias, substituir total ou parcialmente a sacarose, reduzir a quantidade de gordura, entre outras funcionalidades (Mitchell et al, 2001; Garman, 2000; Huang et al, 2000; Locke, 1999; Trecker, 1996; Kopchik, 1995; Rosenthal, 1995,).

### **2.1.2 Fibra alimentar**

Trowell et al (1976) definiram fibra alimentar como polissacarídeos de plantas e lignina resistentes à hidrólise por enzimas digestivas humanas. Para Roberfroid (1993) o termo fibra alimentar é genérico e abrange uma ampla variedade de substâncias com diferentes propriedades físicas e vários efeitos fisiológicos.

A lignina, celulose e alguns tipos de hemicelulose são constituintes típicos da fibra alimentar insolúvel, enquanto as pectinas, gomas, algumas hemiceluloses e outros polissacarídeos são consideradas solúveis em água (Anderson et al, 1990; Olson et al, 1987; Schneeman, 1987).

Fibras insolúveis, tais como a celulose e a hemicelulose são mais efetivas em atuar como laxativas, diminuir o tempo de trânsito intestinal e aumentar o volume da massa alimentar, embora possam também limitar a absorção de minerais e possivelmente vitaminas (Slavin, 1987; Olson et al, 1987). As fibras insolúveis também podem aumentar a excreção fecal de ácidos biliares e indiretamente aumentar o metabolismo de colesterol no fígado (Roberfroid, 1993).

As fibras solúveis podem retardar a taxa de esvaziamento gástrico pós-prandial e aumentar a viscosidade do conteúdo do estômago (Roberfroid, 1993; Olson et al, 1987). Fibras solúveis também aumentam o trânsito do intestino delgado, com a conseqüente redução da digestão e absorção de macronutrientes, principalmente, amido e glicose (Roberfroid, 1993; Schneeman, 1987).

A maioria das fibras alimentares consumidas pelos indivíduos é fornecida pela parede celular de frutas, vegetais, cereais e leguminosas (Selvendran & Verne, 1990). É crescente o interesse na utilização de fibras alimentares em produtos alimentícios, como resultado das relações benéficas das fibras em doenças cardiovasculares, diabetes, câncer de cólon e diverticulose (Thed & Phillips, 1995; Best, 1991).

Muitos pesquisadores vêm desenvolvendo produtos alimentícios enriquecidos com fibra. Yeoung (2000) utilizou um subproduto da

manufatura do leite de soja ou tofu, denominado *biji*, para enriquecer bolos com fibras. O conteúdo de fibras no *biji* utilizado foi de 65,40%, das quais 63,6% eram fibras insolúveis. Bolos produzidos com 5% de *biji* não apresentaram diferença na maciez e na aceitação global dos consumidores, quando comparados com bolos sem *biji*.

Surojanamethakul et al (1999) avaliou os efeitos da celulose de soja nas características físico-químicas e propriedades sensoriais de bolos e *cookies*. Bolos com 6% de celulose de soja obtiveram boa aceitação sensorial.

Bakr (1997) estudou a utilização de fibra e edulcorantes em formulações de geléia, bolos e biscoitos. O pesquisador obteve produtos com calorias reduzidas e boa aceitação por consumidores obesos-diabéticos, que apresentaram redução do nível da glicose no plasma sangüíneo. Os bolos foram produzidos com a utilização de farelo de trigo e combinação dos edulcorantes frutose, sorbitol e xilitol. O autor concluiu que a adição de farelo de trigo em produtos de panificação não somente reduz o valor energético dos alimentos e a glicose no sangue dos indivíduos, como também melhora a atividade da insulina periférica.

## **2.2 Testes Sensoriais Afetivos**

Na indústria de alimentos, os testes e métodos utilizados na avaliação sensorial de alimentos asseguram informações importantes para as áreas de controle de qualidade, processamento, desenvolvimento e otimização de produtos e marketing (Piggott, 1995).

Para Stone (1988) existem três tipos básicos de métodos usados na análise sensorial: métodos discriminativos, descritivos e afetivos. Testes sensoriais discriminativos são procedimentos relativamente simples utilizados na discriminação de atributos sensoriais similares (Frijters, 1984). Já as análises descritivas são mais trabalhosas e abrangem os mais informativos testes sensoriais entre produtos, pois descrevem e quantificam diferenças entre atributos sensoriais importantes no produto (Sidel & Stone, 1993).

A proposta primária dos testes afetivos é avaliar a resposta individual de preferência e/ou aceitação dos consumidores habituais ou potenciais, em relação a um produto ou característica específica de um produto (Meilgaard et al, 1988). À classe hedônica incluem-se os testes de aceitação, que quantificam os graus de gostar ou desgostar de produtos (Lawless, 1994).

A escala hedônica é a mais utilizada nos testes de aceitação, fornecendo os níveis de aceitabilidade dos produtos por seus consumidores (Meilgaard et al, 1988). A escala hedônica de nove pontos é a mais conhecida na área de pesquisa de alimentos, oferecendo resultados que podem ser analisados por um amplo número de procedimentos estatísticos uni e multivariados (Sidel et al, 1994).

A principal desvantagem relacionada com as análises univariadas de dados hedônicos é a pressuposição implícita de que todos os indivíduos mostram um comportamento similar frente aos produtos avaliados e que um simples valor médio e pequenas variações ao redor desse valor são representativos das opiniões de todos os consumidores amostrados (Greenhoff & Macfie, 1994).

A avaliação sensorial da textura está relacionada à todas as propriedades reológicas e estruturais – geométricas e de superfície – de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos. A textura de um alimento é um dos mais importantes atributos de qualidade que determinam a aceitabilidade de alimentos (Szczeniak, 1963).

Borja et al. (1996) avaliaram a aceitabilidade por crianças de *brownies*, bolo de chocolate, bolo de canela e biscoitos de aveia, apresentando respectivamente 48,7; 39,5; 46,2 e 53,3% de redução de gordura. Não houve diferença entre as amostras com relação à aceitação global, aparência, sabor e textura, sendo que todas elas apresentaram boa aceitação entre as crianças.

Campbell & Bell (2001) recrutaram 162 consumidores que avaliaram a aceitabilidade de amostras de bolo com baixa quantidade de gordura e sem adição de açúcar, utilizando escala hedônica de nove pontos. Os resultados revelaram que o bolo com baixa quantidade de gordura e sem adição de açúcar teve aceitação maior do que o bolo com açúcar e gordura. Entretanto houve diminuição significativa da aceitação quando o bolo com baixa quantidade de gordura e sem adição de açúcar foi identificado nos testes, enquanto a aceitação do bolo com açúcar e gordura não se alterou.

### **2.3 Otimização de Formulações Através da Metodologia de Superfície de Resposta**

A metodologia de superfície de resposta é uma técnica de otimização fundamentada no emprego de planejamentos fatoriais. Ela foi

introduzida por Box (citado por Bruns, 1995), e desde então é utilizada com êxito na modelagem de diversos processos industriais e na otimização de produtos (Costell, 1999; Bruns et al, 1995).

A metodologia de superfície de resposta é constituída de duas etapas distintas: modelagem e deslocamento, as quais são repetidas até se obter uma região ótima (máxima ou mínima) da superfície investigada (Bruns et al, 1995).

A modelagem é feita ajustando-se modelos lineares ou quadráticos a resultados experimentais obtidos a partir de planejamentos fatoriais. O deslocamento se dá ao longo do caminho de máxima inclinação de um determinado modelo, que é a trajetória na qual a resposta varia de forma mais pronunciada (Bruns et al, 1995).

É de relevante importância o planejamento estatístico na metodologia de superfície de resposta, cujo propósito é oferecer uma base objetiva para a análise de dados observados, os quais estão também sujeitos à variação ao acaso. Os dados observados são obtidos de experimentos em condições previamente especificadas, necessárias para se obter respostas que variem somente em função dos efeitos dos tratamentos envolvidos (Nogueira, 1998).

Villaruel et al (2000) otimizaram duas formulações de mix para bolo utilizando a metodologia de superfície de resposta. Os parâmetros avaliados foram a formulação e o cozimento, variando-se o conteúdo de agente emulsificante e o tempo de cozimento. Os autores realizaram testes sensoriais para avaliar a vida-de-prateleira dos produtos e não detectaram diferença significativa nas propriedades sensoriais dos bolos, estocados a

30°C por 75 dias. Os produtos alcançaram bons níveis de aceitabilidade no teste sensorial utilizando escala hedônica.

Fulton & Hogbin (1993) desenvolveram bolos e cookies aplicando a metodologia de superfície de resposta. Utilizaram três níveis de gordura e três níveis de açúcar. Nas formulações dos bolos, foram utilizadas 102g , 76g e 57g de gordura vegetal hidrogenada/219g de farinha de trigo, respectivamente para o bolo controle, para o de moderada e o de baixa quantidade de gordura. Os níveis de açúcar adicionados nos bolos foram de 250g , 200g e 133g/219 g de farinha. Os autores concluíram que a altura e a umidade dos bolos e cookies não foram afetadas em função dos diferentes níveis de gordura, mas a altura diminuiu e a perda de umidade aumentou com o decréscimo da quantidade de açúcar adicionada nas formulações. Bolos com baixa quantidade de gordura e bolos com moderada quantidade de açúcar foram tão bem aceitos quanto o bolo controle. Assim, os autores concluíram que bolos admitem redução de gordura e açúcar em suas formulações.

Huang et al (2000) aplicaram a metodologia de superfície de resposta para otimizar a formulação de bolo com quantidade de açúcar reduzida. Eles utilizaram o aspartame e o Litesse® para substituir parcialmente a sacarose. Os resultados indicaram que a formulação otimizada de bolo com quantidade reduzida de açúcar continha 96% de Litesse®, 45% de sacarose e 70% de água com base na quantidade de farinha de trigo. A redução de sacarose foi de 67% e a redução de calorias foi de 18%.

Siwawej (1995) otimizou a formulação de um bolo de sorgo através da aceitação sensorial do produto e metodologia de superfície de

resposta. O produto otimizado obteve boa aceitação entre os consumidores. O autor reduziu as calorias do bolo com a substituição de 50% da sacarose por polidextrose, e adições de 0,1% de goma arábica e 3% de fibra de celulose.

Baeva et al (2000) analisou através da metodologia de superfície de resposta os efeitos da substituição completa da sacarose por aspartame microencapsulado, sorbitol e amido de trigo, sobre as propriedades físicas e textura sensorial de dois bolos para diabéticos: com e sem adição de germe de trigo. O bolo com adição de germe de trigo mostrou maior desvio das propriedades físicas e sensoriais quando comparado com o controle. Este bolo apresentou uma redução de 29% no valor da energia, enquanto o bolo sem o germe de trigo apresentou 25% de redução em seu valor energético.

## **2.4 Patologias Relacionadas Com Dietas Alimentares**

### **2.4.1 Obesidade**

A obesidade é uma doença crônica, que provoca ou acelera o desenvolvimento de muitas doenças, inclusive a morte precoce. É decorrente de uma série de fatores – genéticos, metabólicos, hormonais e ambientais – ainda não totalmente esclarecidos (Blackburn & Kanders, 1994; Winder & Weisberger, 1992).

A obesidade está relacionada ao excesso de gordura no organismo causado por um desequilíbrio entre as calorias que são consumidas sob a forma de alimentos e as calorias que são gastas pelo indivíduo para o

organismo funcionar mesmo em repouso, realizar as atividades físicas e digerir os alimentos consumidos (Katch & Mcardle, 1996).

Indivíduos tornam-se obesos tanto por comer exageradamente, como por gastarem poucas calorias, terem mais facilidade de produzir gordura quando o balanço calórico é positivo, ou quando seu organismo tem facilidade de acumular gorduras, devido à tendência genética (Katch & Mcardle, 1996; Anderson, 1988).

O tratamento básico da obesidade apóia-se na modificação do comportamento alimentar e no incremento da atividade física. A alimentação diária deve variar de indivíduo para indivíduo, de acordo com seus hábitos, preferências e estilo de vida (Katch & Mcardle, 1996; Blackburn & Kanders, 1994). Entretanto, alguns princípios devem reger o cardápio diário: recomenda-se a restrição às gorduras, que não devem exceder 30% do total calórico, ingestão de fibras, e aumento do consumo de verduras, legumes, frutas e carboidratos complexos (Blackburn & Kanders, 1994; Winder & Weisberger, 1992; Anderson, 1988).

Mais importante que o tratamento da obesidade é a sua prevenção, particularmente a obesidade infantil. Hábitos alimentares saudáveis e uma vida menos sedentária certamente são prioridades para fazer com que a população tenha menores índices de obesidade (Katch & Mcardle, 1996).

O índice mais utilizado para se quantificar a gordura no organismo é o Índice de Massa Corporal (IMC), que é obtido pela divisão do peso do indivíduo pela altura ao quadrado. O indivíduo está subnutrido quando o IMC for menor do que 18 Kg/m<sup>2</sup>, normal de 18 a 26 Kg/m<sup>2</sup>, pesado de 26 a 30 Kg/m<sup>2</sup>, e obeso acima de 30 Kg/m<sup>2</sup>. Por vezes, nos casos muito graves,

quando o IMC é superior à 40 Kg/m<sup>2</sup>, é necessária uma intervenção cirúrgica (Anderson, 1988).

### **2.4.2 Diabetes**

O diabetes Mellitus é uma síndrome de etiologia múltipla, onde ocorre aumento da glicose sangüínea, decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade da insulina de exercer adequadamente seus efeitos. As conseqüências da doença a longo prazo incluem danos, disfunção e falência de vários órgãos, especialmente rins, olhos, nervos, coração e vasos sangüíneos (Alberti & Zimmet, 1998).

O diabetes Mellitus é um problema de saúde pública uma vez que é freqüente (aproximadamente 7,6% no Brasil e 4,6% no mundo), está associado a complicações que comprometem a produtividade, qualidade de vida e sobrevida dos indivíduos, além de envolver altos custos no seu tratamento e no tratamento de suas complicações (Sociedade Brasileira de Diabetes, 1999).

A doença cardiovascular é a principal responsável pela redução da sobrevida de pacientes diabéticos, sendo a causa mais freqüente da mortalidade. A dislipidemia é um dos principais fatores de risco para doença cardiovascular em pacientes diabéticos (Lehto et al, 1997).

As alterações lipídicas mais freqüentes na população diabética são a hipertrigliceridemia, HDL baixo e formação de partículas de LDL pequenas e densas, que são mais aterogênicos (Lehto et al, 1997). Os pacientes diabéticos representam cerca de 30% dos pacientes que se internam em unidades coronianas intensivas. Esta doença é a principal

causa de amputações de membros inferiores e também de cegueira adquirida (Spichler et al, 1998).

O diabetes Mellitus é classificada em dois tipos, podendo apresentar outros tipos específicos, decorrentes de defeitos genéticos associados com outras doenças:

i) o diabetes Mellitus tipo 1 resulta primariamente da destruição das células beta pancreáticas e tem tendência a formação de cetoácidos. Inclui casos decorrentes de doença auto-imune e aqueles nos quais a causa da destruição das células beta não é conhecida. O tipo 1 é mais comum na infância e juventude, e em geral, necessita de aplicação diária de insulina para a sobrevivência do indivíduo;

ii) o diabetes Mellitus tipo 2 resulta, em geral, de graus variáveis de resistência à insulina e deficiência relativa de secreção de insulina. Ocorre em sua maioria em pacientes com mais de 40 anos, dos quais 90% apresenta excesso de peso. A cetoacidose ocorre apenas em situações especiais, como durante infecções graves (Alberti & Zimmet, 1998).

O tratamento do diabetes Mellitus inclui as seguintes estratégias: educação, modificações no estilo de vida que incluem a suspensão do fumo, aumento da atividade física e reorganização dos hábitos alimentares e, se necessário, uso de medicamentos. A educação alimentar é um dos pontos fundamentais no tratamento do diabetes Mellitus. Não é possível um controle metabólico sem uma alimentação adequada (Muls, 1998; Franz et al, 1994).

De acordo com Muls (1998), os carboidratos, preferencialmente os complexos, que são fontes de amido e ricos em fibras, deverão representar em torno de 50 a 60% do valor calórico total (VCT) da dieta da maioria dos pacientes com diabetes Mellitus. As gorduras deverão representar menos que 30% do VCT da dieta, sendo as gorduras saturadas não mais que 10% do total da VCT. A alimentação deve ser rica em fibras, vitaminas e minerais. Excessos protéicos devem ser evitados, e se possível o conteúdo protéico deve ser suprido por leguminosas, leite desnatado e queijo magro.

### **2.4.3 Aterosclerose**

O alto nível de gorduras no sangue – hiperlipidemia, pode acarretar problemas como a aterosclerose e problemas na artéria coronária e na carótida e, por conseqüência, maior é o risco de infarto do coração e de acidente vascular cerebral, respectivamente. A aterosclerose pode afetar as artérias de órgãos vitais como cérebro, coração e rins (Reaven & Witztum, 1996).

A aterosclerose é uma doença crônica degenerativa que leva à obstrução das artérias pelo acúmulo de lípidos, principalmente o colesterol, em suas paredes (Reaven & Witztum, 1996; Schaefer et al, 1995). Tanto é melhor para a saúde do indivíduo quanto mais baixos os valores do colesterol tipo LDL - lipoproteína de baixa densidade (menor que 130 mg/dl de sangue) e dos triglicérides (menor ou igual a 200 mg/dl de sangue), e mais alto o tipo HDL - lipoproteína de alta densidade (maior ou igual a 35 mg/dl de sangue) (Demant & Packard, 1998).

Estudos identificaram que certos indivíduos têm maior propensão ao desenvolvimento da aterosclerose. São aqueles que apresentam os

chamados fatores de risco para aterosclerose, como o tabagismo, a alteração das gorduras sangüíneas (colesterol e/ou triglicérides), o aumento da pressão arterial, o diabetes, a obesidade, a vida sedentária e o estresse emocional (Demant & Packard, 1998; Halliwell, 1995).

Evitar alimentos que produzem aumento de colesterol no sangue – em especial alimentos de origem animal e gordura hidrogenada – e ingerir alimentos pobres em colesterol e gorduras saturadas são hábitos que contribuem para controlar o nível de colesterol (LDL) no sangue (Reaven & Witztum, 1996; Schaefer et al, 1995).

A alimentação adequada é importante no controle das alterações dos lípides sangüíneos. Em certos indivíduos, os triglicérides sangüíneos podem aumentar com o maior consumo de alimentos gordurosos (Reaven & Witztum, 1996).

#### **2.4.4 Hipertensão arterial**

A hipertensão arterial ou pressão alta é chamada de *assassina silenciosa* pois geralmente não causa qualquer tipo de sintoma durante muitos anos até que um órgão vital seja afetado. É o principal fator de risco para problemas cardíacos e também aumenta a probabilidade de doenças renais, derrames (acidente vascular cerebral), aneurismas e claudicação intermitente (Ferreira, 1997; Amaral, 1980)

Entre algumas medidas para o tratamento da hipertensão arterial primária em indivíduos acima do peso normal está a redução do peso e mudanças na dieta para os indivíduos com diabetes, obesidade ou nível alto de colesterol (Laurenti, 1980).

Em portadores de diabetes Mellitus a hipertensão arterial é cerca de duas vezes mais freqüente entre os indivíduos diabéticos quando comparados à população geral. Mesmo quando a pressão arterial encontra-se dentro dos valores normais (pressão sistólica entre 130 e 139 mmHg), é necessário o tratamento medicamentoso (Gaede et al, 1993).

#### **2.4.5 Anorexia nervosa**

A anorexia nervosa é uma desordem caracterizada por uma imagem distorcida do próprio corpo e um medo mórbido de engordar, o que leva à recusa por manter um peso minimamente normal (Flaherty et al, 1990).

A incidência da doença tem aumentado muito nos últimos anos, especialmente entre as mulheres brancas ocidentais de classe sócio-econômicas média-alta e alta, com faixa etária entre 10 e 30 anos (Santos et al, 1998). As causas da anorexia nervosa são desconhecidas, mas diversos fatores parecem contribuir para a desordem, como aspectos sociais, familiares, ambientais e genéticos (Timothy et al, 1993).

O sintoma mais importante é na esfera alimentar. Os anoréxicos se negam conscientemente a ingerir alimentos, principalmente os ricos em carboidratos e gorduras e fazem de tudo para anular seu apetite. Indivíduos anoréxicos quanto mais emagrecem, mais se sentem gordos, desenvolvendo um ciclo vicioso que pode ser fatal (Flaherty et al, 1990). Estatísticas mais otimistas de pacientes anoréxicos tratados reportam 4% de óbitos e as mais catastróficas em 30% (Santos et al, 1998).

Flaherty et al (1990) dividiram a anorexia nervosa em dois subtipos: as restritivas e as bulímicas. As restritivas apenas controlam o peso pela ingestão de baixas calorias e através de exercícios excessivos. As bulímicas, após ingerir grandes quantidades de alimento, provocam vômitos e fazem uso de diuréticos, laxantes e anorexígenos para emagrecer.

#### **2.4.6 Bulimia nervosa**

A bulimia nervosa é uma síndrome caracterizada por ataques repetidos de hiperfagia (consumo compulsivo de grandes quantidades de comida em um curto período de tempo) e preocupação excessiva com o controle de peso corporal, o que leva o paciente a adotar medidas extremas para não engordar, como vômitos auto-induzidos após a ingestão de alimentos, abuso de laxativos e períodos alternados de inanição. Bulímicos costumam manter seu peso próximo do normal para idade e altura (Flaherty et al, 1990).

Assim como na anorexia, essa patologia acomete especialmente as mulheres, com idade entre 18 e 40 anos. Cerca de 70% dos pacientes preservam o peso normal e o restante mantém seu peso um pouco acima ou abaixo do ideal (Santos et al, 1998).

Diferentemente dos anoréxicos que têm um apetite extremamente reduzido, alimentando-se em quantidades ínfimas, os bulímicos realizam verdadeiras orgias alimentares, não discriminando doces e salgados. Eles consideram seus hábitos alimentares vergonhosos, ao passo que os pacientes com anorexia os consideram normais (Santos et al, 1998).

Entre os pacientes bulímicos existe forte presença de problemas afetivos, transtornos de ansiedade, abuso e dependência de drogas (Timothy et al, 1993). A alteração psíquica mais importante consiste em um pavor mórbido de engordar. O paciente coloca para si mesmo um limiar de peso bem definido e bem abaixo do seu peso pré-mórbido, que na opinião do médico seria o peso ótimo e saudável (Santos et al, 1998).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Matérias-primas e Ingredientes**

Para a realização deste trabalho as seguintes matérias-primas e ingredientes foram utilizados :

- Farinha de trigo (Brasway-Anhanguera);
- Litesse® (Cultor);
- Gordura vegetal hidrogenada (Saúde);
- Ovo *in natura*;
- Leite em pó desnatado (Glória);
- Fermento em pó químico (Fleischmann-Royal);
- Emulsificante Dimodan® (Danisco);
- Sorbitol em pó (Rodhia);
- Acesulfame-K (Slim);
- Ciclamato e Sacarina (Vepê);
- Fibra de laranja dos tipos: extrusada e não extrusada (Citrosuco Paulista);
- Aroma de chocolate (Aromax), laranja (Aromax) e baunilha (Quest);
- Cacau em pó (Nestlé);
- Conservante Propionato de Sódio (Ran).

#### **3.2 Equipamentos**

Foram utilizados, além da vidraria e outros instrumentos comuns de laboratório, os equipamentos descritos a seguir:

Balança semi-analítica Metler Toledo, modelo PB 3002;

Batedeira de bolos Arno, 5 velocidades, modelo MIX-P;

Bomba calorimétrica adiabática PARR, modelo 1261;  
Digestor e destilador de proteínas Kjeldahl Tecnal;  
Estufa com circulação forçada de ar FANEM, modelo 320/2;  
Farinógrafo Brabender, modelo 81010.1;  
Forno para bolos Hyppolito, modelo HF4B;  
Moinho de laboratório Brabender, modelo TE020;  
Texturômetro TAXT2, Stable Micro Systems, série 930.

### **3.3 Composição Aproximada da Farinha de Trigo**

**3.3.1 Umidade** - o teor de umidade da farinha de trigo foi determinado em estufa à  $130 \pm 3$  °C até peso constante, segundo método n°. 44-15A da AACC (1995).

**3.3.2 Proteína bruta** – o nitrogênio foi determinado pelo método de micro-Kjeldahl , método n n°. 46-13 da AACC (1995), e convertido em proteína bruta pelo fator 6,25 para se obter o total de proteína bruta.

**3.3.3 Lipídios totais** - foram determinados através da técnica descrita por Bligh & Dyer (1959). A amostra foi homogeneizada numa mistura de solventes, composta de clorofórmio, metanol e água. Os lipídios extraídos na camada de clorofórmio foram estimados gravimetricamente.

**3.3.4 Cinzas** - foram determinadas por incineração da farinha de trigo a 550°C até peso constante, de acordo com o método n°. 08-01 da AACC (1995).

**3.3.5 Amido** - a determinação enzimática de amido foi feita como descrito por Arêas & Lajolo (1980). O amido foi extraído de 1g de amostra com adição

de uma solução de NaOH 0,5N. Após homogeneização, procedeu-se neutralização com solução de ácido acético 0,5N e centrifugação a 10.000 rpm por 15 minutos com etanol absoluto. Após retirada do etanol e adição de ácido perclórico 0,6N, acrescentou-se à amostra 1ml de amiloglicosidase, deixando-se agir a 37°C por 15 minutos. A dosagem da glicose livre foi procedida contra curva padrão de glicose, através de leitura em espectrofotômetro a 450nm. Para conversão de glicose em amido, a concentração final de glicose foi multiplicada pelo fator 0,9.

### **3.4 Propriedades de Mistura da Farinha de Trigo**

As propriedades de absorção de água, tempo de chegada, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade da massa, tempo de saída e índice de tolerância associadas à mistura da farinha de trigo foram determinadas com a utilização do farinograma, de acordo com a metodologia nº. 54-21 da AACC (1995). Desta forma, foram utilizadas 300g de farinha de trigo, na base de 14% de umidade, adotando-se os procedimentos descritos a seguir :

**3.4.1 Absorção de água:** quantidade de água que centraliza a curva do farinograma no ponto ótimo de consistência, de 500 unidades farinográficas (U.F.);

**3.4.2 Tempo de chegada:** valor da curva em minutos, desde a primeira gota de água adicionada à massa, até a curva atingir a linha das 500U.F.;

**3.4.3 Tempo de desenvolvimento da massa ou tempo de pico:** tempo em minutos (o mais próximo ao meio minuto do início da adição de água), até o desenvolvimento da consistência máxima da massa (mobilidade mínima), imediatamente antes da primeira indicação de enfraquecimento;

**3.4.4 Estabilidade da massa:** diferença em tempo (no mais próximo minuto) entre o ponto onde o topo da curva do farinograma primeiro interceptar a linha das 500U.F e o ponto onde o topo da curva deixa a linha das 500U.F.;

**3.4.5 Tempo de saída:** valor em minutos, contado do início da curva até ela abandonar a linha das 500U.F.;

**3.4.6 Índice de tolerância:** diferença em U.F. decorrido cinco minutos após o ponto máximo de desenvolvimento da curva.

### **3.5 Otimização dos Níveis de Adição do Substituto de Gordura e Açúcar nas Formulações**

Uma formulação básica de bolo foi definida a partir da formulação padrão sugerida pela metodologia AACC n°. 10-90, esta última descrita abaixo:

Ingrediente	Porcentagem (%)
Farinha	21,98
Açúcar	30,77
Gordura	11,00
Leite em pó desnatado	2,63
Ovo desidratado	1,98
Sal	0,66
Fermento em pó	1,32
Água	29,66

A formulação acima foi ajustada com a utilização de ingredientes e matérias-primas disponíveis no mercado nacional. Testes experimentais foram realizados para viabilizar a substituição do açúcar (sacarose) e da

gordura por edulcorantes e Litesse®. A substituição do açúcar por Litesse® na formulação foi definida após testes preliminares onde formulações de bolos foram desenvolvidas utilizando-se sorbitol, acesulfame-K, ciclamato e sacarina como edulcorantes substitutos, e os produtos finais avaliados comparativamente com o bolo elaborado com sacarose, em função de suas características sensoriais. O bolo formulado com Litesse® foi o que mais se aproximou sensorialmente daquele formulado com sacarose.

Testes preliminares similares foram também realizados para se verificar a influência da ordem de adição dos ingredientes e tempo de batimento da massa; e do tempo e temperatura de forneamento sobre a qualidade do bolo.

### **3.5.1 Teste de batimento**

A ordem de adição dos ingredientes foi definida em função dos resultados de batimento obtidos, seguindo-se a metodologia da AACCC n°. 10-90 (1995). Adicionou-se na mistura dos ingredientes sólidos, 60% do total da água, batendo-se por 4 minutos; em seguida colocou-se mais 20% do total da água e bateu-se por 3 minutos; e finalmente os 20% restantes são adicionados nos 2 últimos minutos do batimento. A velocidade de rotação foi fixada na posição 4 da batedeira.

### **3.5.2 Teste de forneamento**

A padronização da temperatura e tempo de forneamento foram definidos conforme metodologia AACCC n°.10-90 (1995), estabelecendo-se inicialmente uma temperatura de 200°C e um tempo de 35 minutos.

### 3.5.3 Planejamento experimental e análise estatística

As porcentagens de Litesse® e gordura a serem adicionadas nas formulações de bolo *diet* foram otimizadas utilizando-se um delineamento central composto, ao qual é aplicável à metodologia de superfície de resposta. Neste experimento, foram utilizados tratamentos fatoriais (combinando-se os níveis -1 e +1), axiais ( $-\alpha$  e  $+\alpha$ ) e centrais (as duas variáveis no nível 0) (Bruns et al, 1995).

As variáveis independentes foram: porcentagem de Litesse® e porcentagem de gordura. Para cada tratamento foram avaliadas todas as variáveis dependentes, quais sejam: aceitação dos bolos em função da aparência, aceitação global, aceitação do sabor, textura e atitude de compra, além do volume específico e textura instrumental do bolo.

A tabela 3.1 apresenta os níveis codificados e decodificados das variáveis independentes:

**Tabela 3.1 : Variáveis codificadas e decodificadas do planejamento experimental para otimização da formulação de bolo *diet***

Tratamentos	Codificadas		Decodificadas	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> (%)	X <sub>2</sub> (%)
1	1	1	32	3,4
2	1	-1	32	0,6
3	-1	1	22	3,4
4	-1	-1	22	0,6
5	1,41	0	34	2,0
6	0	1,41	27	4,0
7	-1,41	0	20	2,0
8	0	-1,41	27	0,0
9	0	0	27	2,0
10	0	0	27	2,0
11	0	0	27	2,0

X<sub>1</sub> = Litesse® ; X<sub>2</sub> = gordura.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão multivariada. A significância do modelo foi testada por análise de variância (teste de F,  $p \leq 0,05$ ). O teste de t-student foi utilizado para determinação da significância dos efeitos individuais de cada um dos coeficientes estimados. Foi utilizada a equação de regressão múltipla como ponto de partida, as curvas da análise da superfície de resposta foram elaboradas dentro dos níveis das variáveis independentes estudadas.

### **3.5.4 Testes de aceitação das formulações**

A avaliação do grau de aceitação global, da aparência, sabor e textura de cada tratamento foi realizada utilizando-se equipe sensorial composta por 30 consumidores potenciais do produto, selecionados em função da disponibilidade, interesse e hábito de consumir bolo.

Utilizando-se a ficha mostrada na figura 3.1, inicialmente os provadores foram solicitados a avaliar o quanto gostaram ou desgostaram da aparência de cada amostra de bolo *diet*, usando escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo) (Sidel & Stone, 1985). Também nesta mesma ficha, os consumidores foram solicitados a descreverem o que mais gostaram e menos gostaram na aparência das amostras testadas, assim como a manifestarem sua atitude de compra com relação aos produtos. Em outra ficha (figura 2.2) os provadores avaliaram os atributos de aceitação geral, sabor e textura de cada amostra de bolo *diet* em açúcar.

Para os testes sensoriais utilizou-se delineamento de blocos completos casualizados, onde todos os provadores avaliaram todas as onze amostras. As amostras foram servidas em fatias de 10mm de espessura, em pratos

codificados com números de três dígitos, e as avaliações foram conduzidas sob luz branca, em cabines sensoriais. Para a avaliação da aparência, foi apresentado o bolo *diet* inteiro. Como mencionado anteriormente, os resultados do teste de aceitação foram utilizados como variável dependente para otimização da formulação do bolo quanto aos níveis de Litesse® e gordura através de metodologia de superfície de resposta. Nesta análise, as equações foram desenvolvidas utilizando-se as médias de aceitação atribuídas pela equipe sensorial para cada tratamento.

Os resultados dos testes de aceitação foram também avaliados através de Análise de Variância (teste de F,  $p \leq 0,05$ ) e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3.1 : Ficha de avaliação da aceitação do atributo de aparência do bolo *diet* em açúcar.**

**FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO - BOLO *DIET***

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1. Por favor, avalie a aparência da amostra codificada de BOLO *DIET* e, utilizando a escala abaixo, avalie o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação à aparência.

Amostra n. \_\_\_\_\_ Valor \_\_\_\_\_

- 9. Gostei muitíssimo
- 8. Gostei muito
- 7. Gostei moderadamente
- 6. Gostei ligeiramente
- 5. Nem gostei / Nem desgostei
- 4. Desgostei ligeiramente
- 3. Desgostei moderadamente
- 2. Desgostei muito
- 1. Desgostei muitíssimo

2. Descreva o que você mais gostou e menos gostou na amostra em relação a aparência.

Mais gostou

Menos gostou

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Se você encontrasse essa amostra à venda você :

- certamente compraria
- provavelmente compraria
- talvez comprasse / talvez não comprasse
- possivelmente não compraria
- certamente não compraria

Comentários : \_\_\_\_\_

Muito obrigado!

**Figura 3.2 : Ficha de avaliação da aceitação geral, sabor e textura do bolo.**

**FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO - BOLO DIET**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1. Por favor, prove a amostra codificada de BOLO DIET e avalie de um modo geral, o quanto você gostou ou desgostou, utilizando a escala abaixo:

Amostra n. \_\_\_\_\_ Valor \_\_\_\_\_

- 9. Gostei muitíssimo
- 8. Gostei muito
- 7. Gostei moderadamente
- 6. Gostei ligeiramente
- 5. Nem gostei / Nem desgostei
- 4. Desgostei ligeiramente
- 3. Desgostei moderadamente
- 2. Desgostei muito
- 1. Desgostei muitíssimo

2. Descreva o que você mais gostou e menos gostou de um modo geral da amostra.

Mais gostou

Menos gostou

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Se você encontrasse essa amostra à venda você :

- certamente compraria
- provavelmente compraria
- talvez comprasse / talvez não comprasse
- possivelmente não compraria
- certamente não compraria

4. Prove novamente a amostra codificada de BOLO DIET e avalie o quanto você gostou ou desgostou em relação ao sabor, utilizando a escala acima.

Valor \_\_\_\_\_

5. Descreva o que você mais gostou e menos gostou do sabor da amostra codificada.

Mais gostou

Menos gostou

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Agora prove novamente a amostra codificada de BOLO DIET e avalie o quanto você gostou ou desgostou em relação à textura, utilizando a escala acima.

Valor \_\_\_\_\_

7. Descreva o que você mais gostou e menos gostou na textura da amostra codificada.

Mais gostou

Menos gostou

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Comentários : \_\_\_\_\_ Obrigado !

### 3.5.5 Avaliação do volume das formulações

O volume específico de cada bolo foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (AACC n°. 72-10, 1995). Desta forma, o bolo a ser analisado foi colocado no centro de uma cápsula de alumínio, abaixo de um funil de vidro apoiado em tripé. Sementes de painço foram despejadas através do funil e recolhidas abaixo até o transbordamento da cápsula de alumínio, previamente tarada com semente de painço. Em seguida a cápsula foi nivelada com o auxílio de uma régua e o volume do painço presente na cápsula foi medido através de proveta, sem a presença do bolo. O volume específico foi calculado conforme a seguinte equação:

$$\text{Volume específico (cm}^3\text{/g)} = \text{Volume do bolo (cm}^3\text{)} / \text{peso do bolo (g)}$$

A determinação do volume específico foi feita um dia após a elaboração das formulações, com três repetições.

### 3.6 Enriquecimento do Bolo com Fibras

Uma vez definida a melhor formulação do bolo *diet* sem adição de açúcar, ou seja, aquela que apresentou maior aceitação entre os consumidores em função de suas características sensoriais, procedeu-se o estudo de enriquecimento do bolo com um novo ingrediente: fibra de laranja.

Assim, mantendo-se constante todos os parâmetros otimizados na etapa anterior e a metodologia de processamento - ordem de adição dos ingredientes, rotação e tempo de batimento, tempo e temperatura de forneamento - testes experimentais preliminares foram realizados para se

definir dois parâmetros: o tipo de fibra a ser adicionada e a quantidade de Litesse® necessária no bolo para o enriquecimento do mesmo com fibras.

Dois tipos de fibra foram avaliadas: fibra de laranja extrusada e fibra de laranja não extrusada.

Os níveis ideais de adição de Litesse® tiveram que ser novamente otimizados, uma vez que um novo ingrediente – fibra – foi adicionado à formulação.

### **3.6.1 Determinação do tipo e níveis de adição de fibra**

Para se determinar o tipo de fibra e níveis viáveis de utilização das mesmas no enriquecimento do bolo, seis formulações de bolo *diet* foram elaboradas: tratamento 8 (tabela 3.1) considerado como formulação padrão sem adição de fibras (C), duas formulações padrão, porém com adição de fibra não extrusada (A e B), e outras três formulações padrões, porém enriquecidas com fibra extrusada (D, E e F). As formulações A, D e E continham 3% de fibra, enquanto as formulações B e F continham 5% de fibra. Na formulação D as fibras foram pré-umidificadas antes de serem incorporadas à formulação.

Um teste de ordenação com 30 consumidores foi realizado para se comparar a preferência dos consumidores entre as seis diferentes formulações de bolo *diet*, em relação aos atributos de aparência externa e do miolo. Para a avaliação da aparência externa o bolo foi apresentado inteiro aos consumidores, e para a avaliação do miolo o bolo foi cortado ao meio. A ficha de avaliação utilizada pelos consumidores encontra-se expressa na Figura 3.3.

A ordem de apresentação das amostras aos consumidores foi balanceada. As amostras foram servidas em pratos codificados com números de 3 dígitos, e as avaliações foram conduzidas sob luz branca, em cabines individuais.

O somatório dos valores obtidos no teste de ordenação-preferência em relação à aparência do miolo e aparência externa das seis amostras de bolo enriquecido com fibras foi calculado atribuindo-se valores 1 e 6 às amostras mais preferida e menos preferida (ficha 3.3), respectivamente. Considerou-se os valores de 2 a 5 entre esses pontos, seguidamente à ordem decrescente de preferência. Os resultados do teste foram analisados utilizando-se a tabela de Macfarlane & Newell (1987).

**Figura 3.3 : Ficha de ordenação de preferência**

<b>FICHA DE ORDENAÇÃO DE PREFERÊNCIA - BOLO DIET</b>					
Nome: _____			Data: _____		
1. Por favor, avalie a APARÊNCIA EXTERNA de cada uma das amostras codificadas de bolo, e ordene-as em ordem DECRESCENTE de sua preferência.					
_____	_____	_____	_____	_____	_____
+ preferida					- preferida
2. Agora avalie a APARÊNCIA DO MIOLO de cada uma das amostras codificadas de bolo, e ordene-as em ordem DECRESCENTE de sua preferência.					
_____	_____	_____	_____	_____	_____
+ preferida					- preferida
Obrigado!					

A formulação de maior preferência entre os consumidores definiu o tipo de fibra a ser utilizada no enriquecimento do bolo *diet*, bem como os

níveis máximos e mínimos de adição a serem explorados na etapa posterior, de otimização final do bolo *diet* enriquecido com fibras, através da técnica de metodologia de superfície de resposta.

### 3.6.2 Otimização dos níveis de adição de fibras na formulação

Uma vez definida a melhor fibra a ser utilizada e os níveis aproximados de fibras e Litesse® a serem adicionadas ao bolo, a porcentagem de Litesse® e fibra nas formulações de bolo foram otimizadas através do delineamento estatístico descrito no item 3.5.3. As variáveis independentes estudadas foram: porcentagem de fibra e porcentagem de Litesse® adicionadas ao bolo. As variáveis dependentes foram: aceitação global, atitude de compra, aparência externa e aparência do miolo de cada formulação.

**Tabela 3.2 : Variáveis codificadas e decodificadas do planejamento experimental para otimização da formulação de bolo *diet***

Tratamentos	Codificadas		Decodificadas	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> (%)	X <sub>2</sub> (%)
1	1	1	23,55	8,55
2	1	-1	23,55	1,45
3	-1	1	16,45	8,55
4	-1	-1	16,45	1,45
5	1,41	0	25,00	5,00
6	0	1,41	20,00	10,00
7	-1,41	0	15,00	5,00
8	0	-1,41	20,00	0,0
9	0	0	20,00	5,00
10	0	0	20,00	5,00
11	0	0	20,00	5,00

X<sub>1</sub> = Litesse®; X<sub>2</sub> = fibra de laranja.

### **3.6.2.1 Aceitação das formulações**

A avaliação do grau de aceitação de cada tratamento com relação a sua aceitação global, atitude de compra, aparência externa e aparência do miolo foi realizada utilizando-se equipe sensorial composta por 30 consumidores potenciais do produto, selecionados em função da disponibilidade, interesse e hábito de consumir bolo. Os testes sensoriais afetivos foram realizados e analisados conforme descritos anteriormente no item 3.5.4.

### **3.6.2.2 Análise descritiva das formulações**

Análise descritiva de cada uma das onze formulações foi realizada por uma equipe de 10 provadores treinados, avaliadores habituais de produtos de panificação e treinados na avaliação de parâmetros de qualidade de pão francês, segundo metodologia desenvolvida pelo Departamento de Tecnologia de Alimentos – Cereais – da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.

A metodologia acima citada foi adaptada pela equipe de provadores treinados para a avaliação de bolo *diet*, sendo que os atributos julgados, bem como os critérios de avaliação encontram-se relacionados na figura 3.4. Uma ficha de avaliação descritiva foi elaborada associando-se a cada descritor uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos esquerdo e direito em termos indicativos de intensidade, tais como: pouco/muito, pequeno/grande, etc. (figura 3.5).

Os provadores passaram por duas sessões de treinamento quanto ao uso das escalas de intensidade dos atributos para bolos, já que os mesmos eram inicialmente treinados para avaliação de pão francês. Referências de

intensidade para cada atributo foram elaboradas e submetidas à avaliação dos provadores. Após o período de treinamento, os provadores foram solicitados a avaliar as características sensoriais de todas as formulações de bolos produzidos, utilizando a ficha de avaliação mostrada na figura 3.5.

Os provadores avaliaram as onze amostras, as quais foram servidas codificadas com números de três dígitos. As avaliações foram conduzidas sob luz branca e em cabines individuais. Para a avaliação do sabor e da textura, as amostras de bolo foram servidas em fatias de 10 mm, enquanto para a avaliação da aparência do miolo, o bolo foi apresentado aos consumidores cortado ao meio.

Os resultados foram analisados por ANOVA e testes de média – Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3.4 : Definições dos parâmetros sensoriais do bolo *diet* avaliados por equipe treinada.**

### **Aparência do miolo**

- *Umidade*: aparência de umidade no bolo (bolo mais molhado ou mais seco).
- *Compactação*: qualidade relacionada ao grau de ajuntamento das células após aplicação de leve força com a ponta dos dedos na crosta em direção a base do bolo.
- *Uniformidade das células*: qualidade relacionada à distribuição das células de um mesmo tamanho no bolo.
- *Tamanho das células*: tamanho da maioria das células com mesma dimensão (diâmetro).
- *Cor amarela*: coloração amarelada do miolo.

### **Textura**

- *Maciez*: característica percebida na boca e medida pela força necessária para se obter uma deformação no bolo.
- *Umidade*: característica percebida na boca e medida pela sensação de bolo mais úmido (mais molhado) ou bolo menos úmido (mais seco).

### **Sabor**

- *Estranho*: sabor diferente do sabor característico de bolo.
- *Residual*: sabor residual que persiste na boca após ingerir a amostra.

**Figura 3.5 : Ficha de escala de intensidade para os provadores.**

### FICHA DESCRITIVA QUANTITATIVA - BOLO DIET

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie a intensidade de cada um dos atributos abaixo, indicando com um traço vertical o ponto da escala que melhor quantifique a intensidade de cada atributo para a amostra codificada.

AMOSTRA N. \_\_\_\_\_

#### • APARÊNCIA

Umidade do miolo	_____
	pouco <span style="float: right;">muito</span>
Compactação do miolo	_____
	pouco <span style="float: right;">muito</span>
Uniformidade das células	_____
	pouco <span style="float: right;">muito</span>
Tamanho das células	_____
	pequeno <span style="float: right;">grande</span>
Cor amarelo	_____
	claro <span style="float: right;">escuro</span>

#### • TEXTURA

Maciez	_____
	pouco <span style="float: right;">muito</span>
Umidade	_____
	pouco <span style="float: right;">muito</span>

#### • SABOR

Estranho	_____
	nenhum <span style="float: right;">muito</span>
Residual	_____
	nenhum <span style="float: right;">muito</span>

Muito obrigado !

### **3.7 Aromatização do Bolo *Diet* Enriquecido Com Fibras**

Após a definição da melhor formulação de bolo *diet* enriquecido com fibras, procedeu-se a etapa de definição dos melhores sabores a serem conferidos ao bolo.

Foram testados três diferentes sabores: laranja, baunilha e chocolate. Após testes preliminares, uma formulação de cada sabor foi definida e submetida à avaliação dos consumidores, obtendo-se assim, os níveis de aceitação de cada uma das três formulações entre os indivíduos. Os testes de aceitação foram conduzidos de forma similar àquela descrita nos itens 3.5.4 e 3.6.3.

### **3.8 Caracterização Nutricional e Física do Bolo *Diet* Aromatizado e Enriquecido Com Fibras**

#### **3.8.1 Caracterização nutricional**

A formulação mais aceita de bolo *diet* aromatizado e enriquecido com fibras foi avaliada com relação à composição centesimal aproximada do produto e valor calórico.

A metodologia utilizada para a determinação da composição centesimal encontra-se descrita no item 3.3, e foram complementadas com a análise de açúcares descrita abaixo:

O teor de açúcar total foi determinado pelo cálculo da diferença entre 100 gramas de farinha e a soma total dos valores encontrados para proteínas, lipídios totais, cinzas e amido.

O valor calórico do produto final otimizado foi estimado utilizando-se as informações da composição centesimal do bolo e os seguintes parâmetros: 4Kcal/g proteína, 4Kcal/g carboidrato (amido e açúcar), e 9Kcal/g lipídeos. A energia bruta também foi determinada e referida como a quantidade de calor liberado pela amostra, quando esta foi completamente oxidada em ambiente contendo 25 a 30atm de oxigênio. O calor de combustão da amostra foi comparado com o padrão de ácido benzóico, sendo o resultado expresso em Cal/100g (Silva, 1981).

### **3.8.2 Caracterização física**

Os bolos de maior aceitação foram avaliados quanto o volume específico (conforme item 3.5.6) e os seguintes parâmetros: peso do bolo, volume, volume específico, pH, cor da crosta, uniformidade da crosta, simetria do bolo, textura da superfície, textura do miolo e os defeitos.

Os valores de volume dos bolos foram obtidos conforme metodologia descrita em 3.5.6. Para obtenção dos valores de pH, 10g de miolo do bolo foram colocadas em um béquer de 150ml, juntamente com 90ml de água deionizada, e batida em liquidificador por 20 segundos. A mistura foi retornada ao béquer e inserida no eletrodo do pHmetro (pré-calibrado) na suspensão. Deixou-se estabilizar por 2 minutos e então foram realizadas as leituras.

Os atributos sensoriais de cor da crosta, simetria do bolo, textura da superfície, uniformidade da cor da crosta, textura do miolo e presença de defeitos foram avaliados seguindo-se metodologia proposta pelo laboratório de Desenvolvimento e Aplicações de Ingredientes Alimentares da Rhodia Brasil Ltda. A definição de cada atributo avaliado encontra-se apresentada

na figura 3.6.

**Figura 3.6 : Atributos utilizados na avaliação da aparência e qualidade do bolo<sup>1</sup>.**

<b>Atributos</b>	<b>Termo Descritivo</b>
· <b>Cor da crosta</b> : cor da superfície do bolo	marrom dourado ( característico) marrom dourado claro marrom marrom escuro
· <b>Simetria</b> : formato do bolo	plano levemente plano levemente arredondado arredondado levemente afundado afundado
· <b>Textura da superfície</b> : aparência da superfície do bolo	macio crateras deformidades
· <b>Uniformidade da cor da crosta</b> : ocorrência ou não de homogeneidade da cor	uniforme levemente uniforme levemente manchado manchado não uniforme
· <b>Textura do miolo</b> : aparência / estrutura celular do miolo	compacto/ empantumado estrutura fina células levemente abertas células abertas distribuição uniforme das células
· <b>Defeitos</b> : termos gerais para defeitos comuns encontrados em bolos	túneis - rachos rachos anel na superfície

<sup>1</sup> Metodologia desenvolvida pelo Laboratório de Desenvolvimento e Aplicações de Ingredientes Alimentares da empresa Rodhia Brasil Ltda.

### **3.9 Aceitação dos Bolos *Diet* Aromatizados**

Finalmente, as formulações otimizadas dos bolos desenvolvidos com três sabores (laranja, chocolate e baunilha) foram avaliadas por testes sensoriais afetivos, conforme descritos anteriormente no item 3.5.4, utilizando ficha de aceitação similar às figuras 3.1 e 3.2 para avaliar os atributos de aparência, aceitação geral e atitude de compra dos consumidores.

### **3.10 Variação de Atributos de Textura em Função do Tempo de Armazenamento do Bolo**

Os atributos instrumentais de dureza, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade foram medidos nos tempos de 1, 10, 20 e 30 dias de armazenamento. Os bolos foram armazenados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), com espessura de 67 $\mu$ m e gramatura de 73g/m<sup>2</sup>. As amostras foram acondicionadas à temperatura ambiente de forma a simular-se condições de supermercado. A temperatura variou entre 28 e 32°C aproximadamente.

A análise da textura instrumental dos bolos foi avaliada através do texturômetro TAXT2, equipado com um probe cilíndrico de acrílico de 25 mm de diâmetro, nas seguintes condições:

Força em compressão.

Velocidade: 2,0 mm/s.

Velocidade de pré-teste: 5,0 mm/s.

Velocidade de pós-teste: 5,0 mm/s.

Força de contato: 5,0 g.

Distância: 10,0 mm.

Sensibilidade do aparelho: 5 g.

Os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade foram expressos como a média de três leituras de cada uma das três fatias de bolo analisadas. As fatias de bolo tinham 25 mm de espessura, sendo analisadas na região central ao longo do comprimento do bolo.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Composição e Propriedades da Farinha

A farinha de trigo utilizada apresentou 74,51% de carboidratos, 11,85% de umidade, 9,73% de proteínas, 1,37% de gordura e 0,37% de cinzas. A amostra de farinha de trigo analisada apresentou 61,2% de absorção de água, 1 minuto de tempo de chegada, 1,5 minuto de tempo de desenvolvimento da massa, 9 minutos de estabilidade, 10 minutos de tempo de saída e índice de 40U.F. De acordo com a composição centesimal e suas propriedades de mistura, considerou-se esta farinha como sendo de média força.

### 4.2 Otimização dos Níveis de Adição de Litesse®, Açúcar e Gordura

O ovo em pó foi substituído por ovo *in natura* na formulação padrão AACC 10-90, uma vez que o ovo em pó não produziu resultados satisfatórios quando utilizado em combinação com o Litesse®. O sal e o açúcar foram retirados da formulação, com o objetivo de se produzir um bolo para grupos em dietas específicas: diabéticos, hipertensos e indivíduos em dietas hipocalóricas.

Assim, as formulações foram compostas pelos seguintes ingredientes: farinha de trigo, Litesse®, ovo *in natura*, sorbitol, leite em pó desnatado, fermento em pó químico, emulsificante, conservante, acesulfame-k, ciclamato e sacarina, além de água usada para a hidratação dos ingredientes sólidos. Todos esse ingredientes encontram-se definidos no capítulo 3 do presente trabalho, referentes à sessão de Materiais e

Métodos. Após assamento os bolos apresentaram peso final médio de aproximadamente 200g.

A tabela 4.1 mostra os efeitos das variáveis independentes (% de Litesse® e gordura) sobre a aceitação global, sabor, textura, aparência e volume do bolo *diet*.

Como pode ser observado na tabela 4.1, dentro da faixa de otimização estudada, as variáveis Litesse® e gordura não tiveram influência significativa ( $p \leq 0,05$ ) sobre a aceitação global, sabor, textura, aparência e volume e em consequência os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) obtidos apresentaram valores muito baixos, não se podendo rejeitar a hipótese nula ao nível de  $p \leq 0,05$  de que eles difiram do valor zero.

Ainda assim, os resultados foram utilizados para se construir, de forma exploratória, "superfícies de resposta exploratórias" e "mapas de contorno exploratórios" para as variáveis aceitação global, sabor, textura, aparência e volume (figuras 4.1 a 4.5), e dessa forma explorar os resultados obtidos e selecionar uma formulação de alta aceitação junto aos consumidores.

Através dos resultados mostrados nas figuras de 4.1 a 4.5, foi possível visualizar três formulações de maior aceitação em relação aos atributos avaliados. Essas formulações foram reconhecidas como sendo os tratamentos de número 3 (tabela 3.1), contendo 22% de Litesse® e 3,4% de gordura, de número 7 (tabela 3.1), contendo 20% de Litesse® e 2% de gordura, e de número 8 (tabela 3.1), contendo 27% de Litesse® e sem adição de gordura. O tratamento de número 8 foi escolhido como sendo o mais adequado para se continuar otimizando a formulação de bolo *diet*

sem adição de açúcar e com redução calórica, por não apresentar gordura em sua composição.

**Tabela 4.1: Estimativa dos efeitos, coeficientes e respectivos erros padrão e níveis de significância das regressões preditivas da aceitação global, do sabor, da textura, aparência e do volume, em função das variáveis codificadas (porcentagem de Litesse e gordura).**

<b>Atributos</b>	<b>Fator</b>	<b>Efeito</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>p</b>
<b>Aceitação Global</b>	Int.Principal	5,74647	5,74647	0,42728	0,00004
	Litesse® (L)	-0,55254	-0,27627	0,26205	0,34001
	Litesse® (Q)	-0,26323	-0,13161	0,31269	0,69130
	Gordura (L)	-0,30390	-0,15195	0,26205	0,58715
	Gordura(Q)	0,44096	0,22048	0,31269	0,51222
	L X G	-0,64000	-0,32000	0,37004	0,42670
	<b>Regressão:</b>	$F_{calc} = 0,57$	$R^2 = 0,38$	$p > 0,05$	
<b>Sabor</b>	Int.Principal	5,80000	5,80000	0,36612	0,00002
	Litesse® (L)	-0,53840	-0,26920	0,22454	0,28429
	Litesse® (Q)	-0,03605	-0,01802	0,26794	0,94897
	Gordura (L)	-0,18485	0,22454	0,22454	0,69767
	Gordura(Q)	0,62790	0,26794	0,26794	0,29049
	L X G	-0,60000	0,31708	0,31708	0,38752
	<b>Regressão:</b>	$F_{calc} = 0,78$	$R^2 = 0,45$	$p > 0,05$	
<b>Textura</b>	Int.Principal	5,65230	5,65230	0,43154	0,00005
	Litesse® (L)	-0,92335	-0,46167	0,26466	0,14154
	Litesse® (Q)	-0,28417	-0,14208	0,31581	0,67161
	Gordura (L)	-0,59347	-0,29673	0,26466	0,31315
	Gordura(Q)	0,66146	0,33073	0,31581	0,34295
	L X G	-0,86000	-0,43000	0,37373	0,30195
	<b>Regressão:</b>	$F_{calc} = 1,38$	$R^2 = 0,59$	$p > 0,05$	
<b>Aparência</b>	Int.Principal	6,77297	6,77297	0,24617	0,00001
	Litesse® (L)	-0,33810	-0,16905	0,15097	0,31370
	Litesse® (Q)	-0,47022	-0,23511	0,18015	0,24869
	Gordura (L)	0,35024	0,17512	0,15097	0,29844
	Gordura(Q)	0,19373	0,09686	0,18015	0,61385
	L X G	-0,80000	-0,40000	0,21319	0,11945
	<b>Regressão:</b>	$F_{calc} = 2,14$	$R^2 = 0,64$	$p > 0,05$	
<b>Volume</b>	Int.Principal	276,675	276,657	9,67365	0,00001
	Litesse® (L)	-6,55700	-3,27850	5,93277	0,60432
	Litesse® (Q)	-18,0127	-9,00640	7,07935	0,25925
	Gordura (L)	-18,9313	-9,46570	5,93277	0,17149
	Gordura(Q)	19,7117	9,85590	7,07935	0,22261
	L X G	-52,5000	-26,2500	8,37772	0,02586
	<b>Regressão:</b>	$F_{calc} = 3,25$	$R^2 = 0,78$	$p > 0,05$	

L = efeito linear; Q = efeito quadrático, L X G = Litesse® X Gordura.

$R^2$  = coeficientes de determinação mínimos da regressão.

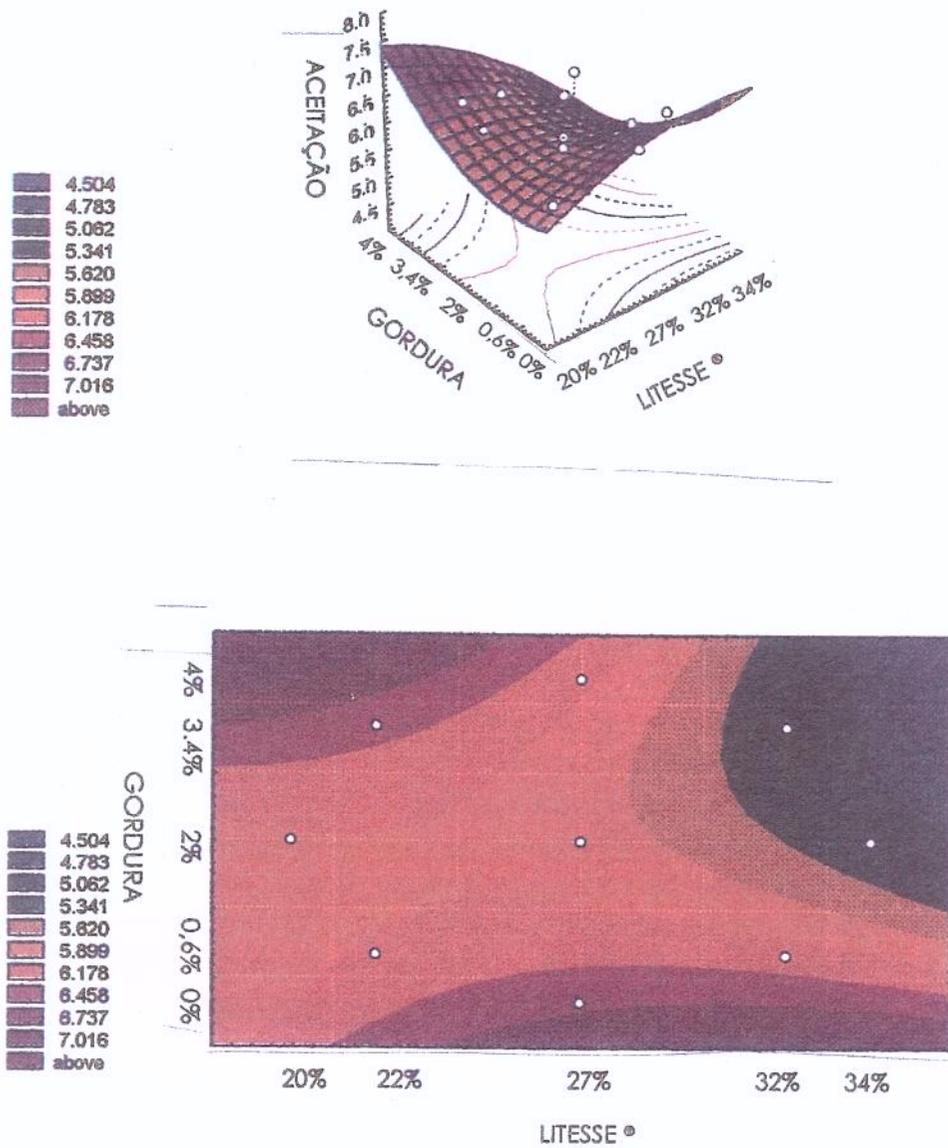


Figura 4.1 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação global de formulações de bolo diet.

(1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo)

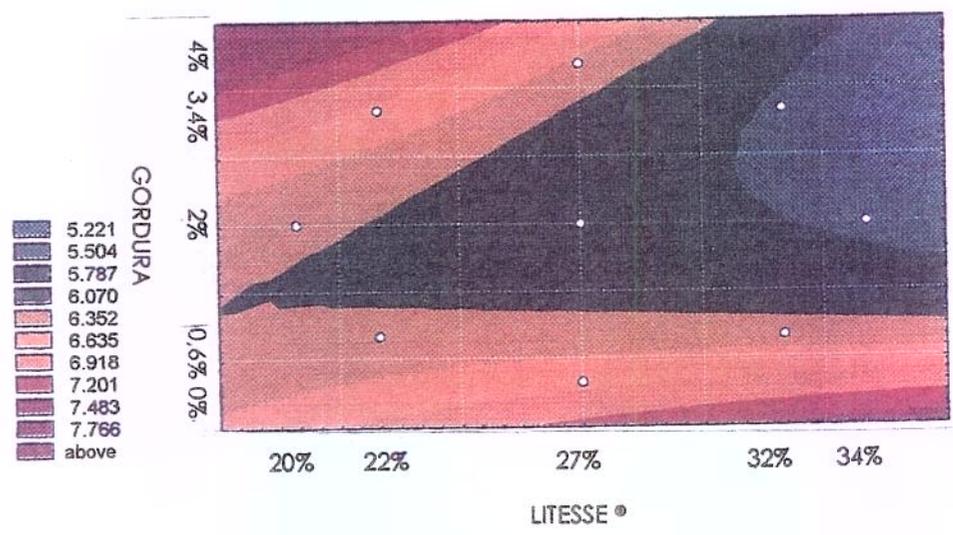
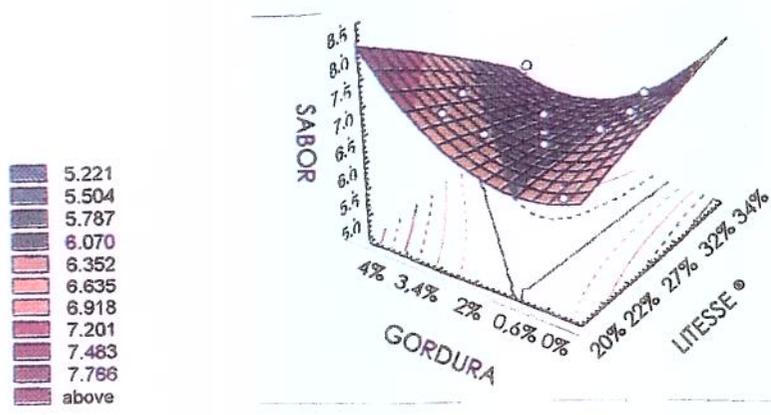


Figura 4.2 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação do sabor de formulações de bolo diet.  
 (1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo)

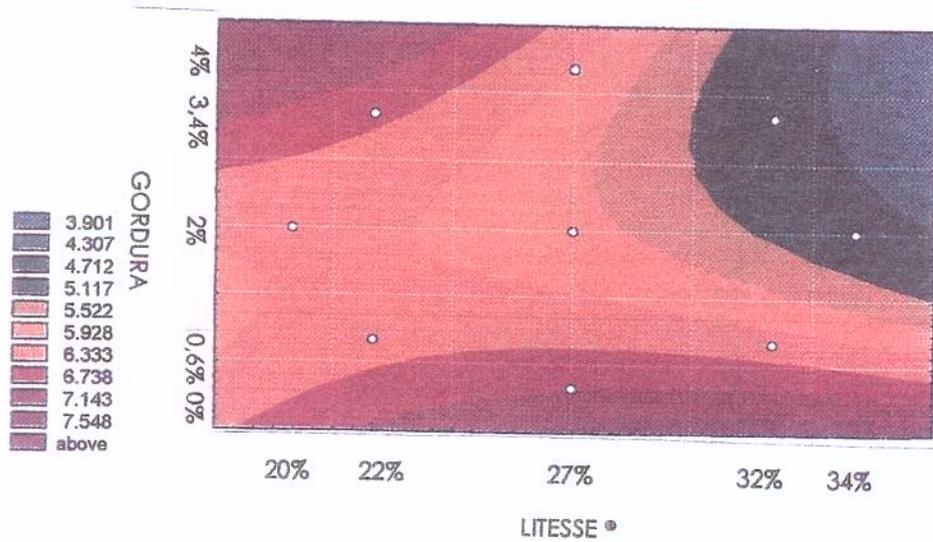
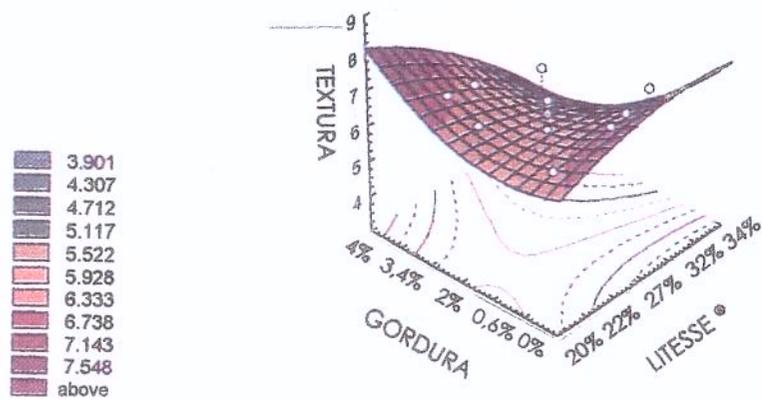


Figura 4.3- Análise Exploratória dos resultados de aceitação da textura de formulações de bolo diet.

(1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo)

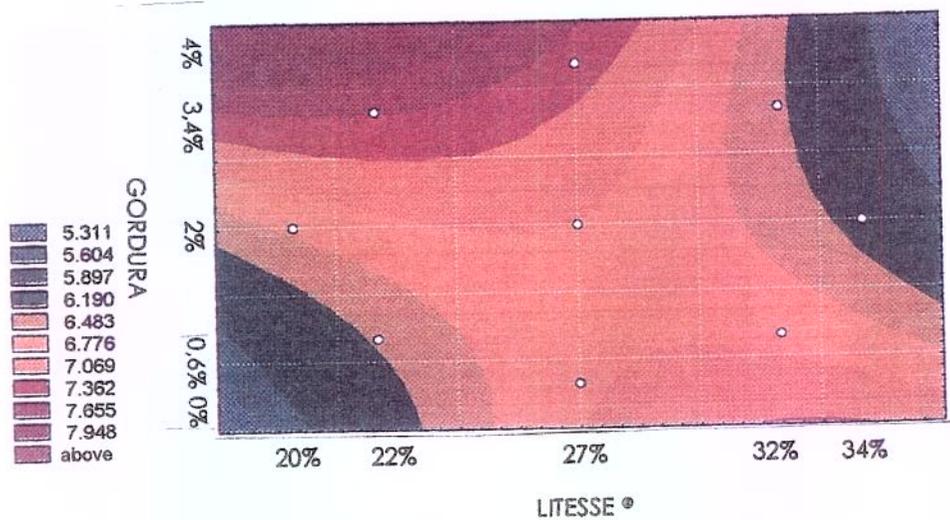
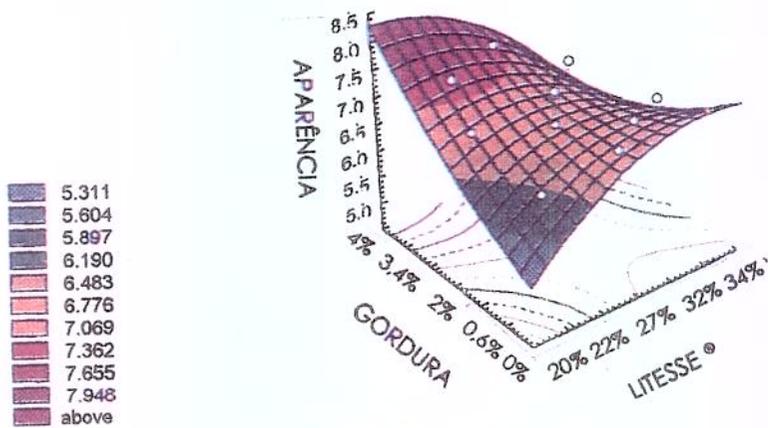


Figura 4.4 – Análise Exploratória dos resultados de aceitação da aparência de formulações de bolo diet.

(1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo)

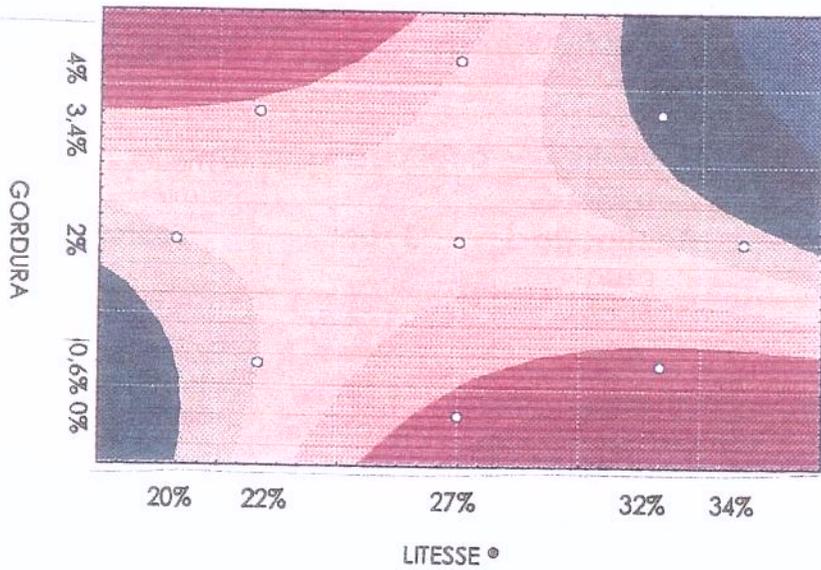
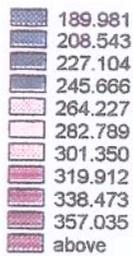
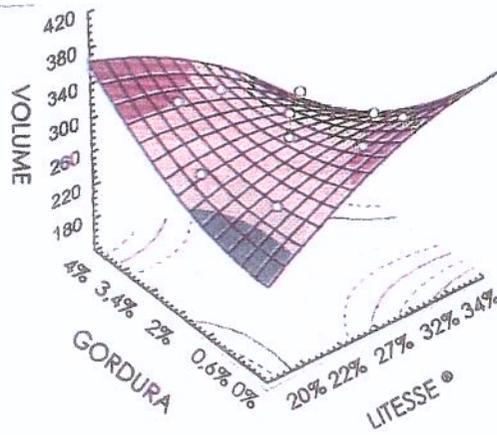
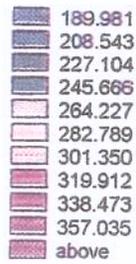


Figura 4.5 – Análise Exploratória dos resultados do volume de formulações de bolo diet.

As tabelas 4.2 e 4.3 comprovam que, de fato, a formulação 8 foi muito bem aceita pelos consumidores, obtendo média de aceitação global próxima a 7, correspondente ao termo "gostei moderadamente" na escala hedônica. Da mesma forma, médias situadas entre 6 e 7 na escala hedônica, ou seja, entre "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente", foram obtidas por esta amostra para todos os demais atributos julgados: sabor, textura e aparência.

De fato, a tabela 4.3 mostra que 64% dos consumidores atribuíram notas iguais ou superiores a 7 para a aceitação global da amostra 8, 68% dos consumidores deram notas iguais ou superiores a 7 para o sabor desta amostra, 84% para a textura e 64% para a aparência, o que evidencia a boa aceitação desta formulação.

**Tabela 4.2: Valores médios de aceitação das amostras de bolo *diet* junto a consumidores**

<b>Amostra</b>	<b>Aceitação geral</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aparência</b>
1	5,8ab	6,1a	5,5ab	6,6ab
2	6,2a	6,4a	6,5a	7,0a
3	6,2a	6,4a	6,3a	7,2ab
4	5,3ab	5,5ab	5,6ab	6,0ab
5	4,5b	4,8b	3,9c	5,6b
6	5,6ab	6,0a	5,4b	7,2a
7	6,4a	6,7a	6,6a	6,9a
8	6,8a	6,9a	6,9a	6,7ab
9	6,4a	6,2a	6,1a	7,0a
10	5,5ab	5,8a	5,7a	6,3b
11	5,3ab	5,5ab	5,2b	7,0a

1=desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo.

Numa mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si.

**Tabela 4.3: Distribuição (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos atribuídos para a aceitação global, sabor, textura e aparência da formulação de número 8.**

<b>Valores*</b>	<b>Aceitação geral</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aparência</b>
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	4	0	0
4	0	0	12	12
5	8	4	0	12
6	28	24	4	28
7	32	28	32	20
8	16	24	32	24
9	16	16	20	20

\*1=desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo.

Dos 63% dos consumidores que degustaram a formulação 8 e expressaram na ficha de avaliação o que mais gostaram de um modo geral da amostra, 36,8% deles responderam ser o sabor e igual porcentagem afirmou ser a textura. Cerca de 26,4% deles responderam ser a aparência o atributo de maior impacto na aceitação do produto. Especificamente, em relação ao sabor, 20% dos consumidores afirmaram ser "ideal", "leve" e "suave", enquanto 36,7% comentaram haver uma falta de "sabor doce". Cerca de 20% deles reclamaram a presença de um sabor residual amargo no produto.

A cor escura da crosta externa foi citada por 50% dos consumidores para descrever o que eles menos gostaram em relação à aparência da formulação 8. Por outro lado, aproximadamente 40% considerou a aparência do bolo 8 "uniforme" e com "volume ideal".

A tabela 4.4 mostra que a intenção de compra média da formulação 8 junto aos consumidores após avaliação da aparência e degustação do bolo, foi próxima a 3,5, ou seja, entre os termos "talvez

comprasse / talvez não comprasse" e "possivelmente compraria", indicando potencial de venda do produto. Via de regra, para as demais formulações, nota-se que a intenção de compra do consumidor após degustação do produto caiu, sugerindo a existência de sabor ou textura indesejável na amostra.

**Tabela 4.4: Valores médios da atitude de compra para os atributos de aparência e aceitação geral das formulações de bolo diet junto aos consumidores \***

<i>Formulação</i>	<i>Após avaliação da aparência</i>	<i>Após degustação</i>
1	3,1b	2,8b
2	3,7a	3,2a
3	3,8a	3,0ab
4	3,1b	2,5c
5	2,1c	2,7bc
6	3,9a	2,5c
7	3,5a	3,3a
8	3,4a	3,5a
9	3,6a	2,9bc
10	3,3ab	2,7bc
11	3,7a	2,5c

\*1=certamente não compraria; 3= talvez comprasse, talvez não comprasse; 5=certamente compraria.

Numa mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ( $p>0,05$ ) entre si.

## **4.3 Enriquecimento do Bolo Com Fibras**

### **4.3.1 Determinação do tipo e níveis de adição**

Quando a formulação 8 foi enriquecida com fibras de laranja extrusada e não extrusada, utilizando-se níveis de adição que variaram entre 3 e 5 %, os testes sensoriais com consumidores com as seis formulações elaboradas (tabela 4.5), revelaram que para o atributo de aparência do miolo, as formulações A, B e C (tabela 4.5) foram as mais

preferidas e não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si, como pode ser verificado na tabela 4.5. As formulações D, E e F foram as menos preferidas e também não apresentaram diferença significativa entre si a  $p \leq 0,05$ , porém diferiram das demais ( $p \leq 0,05$ ).

Na avaliação do atributo de aparência externa, as formulações de bolo A e B, elaboradas com fibras não extrusadas, não diferiram significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) e foram as mais preferidas, enquanto as amostras D, E e F, elaboradas com fibras extrusadas, foram as formulações menos preferidas, também não diferindo significativamente entre si ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 4.5: Somatório dos valores obtidos no teste de ordenação-preferência em relação à aparência do miolo e aparência externa de seis formulações de bolo enriquecido com fibras.**

<b>Amostra</b>	<b>Características</b>	<b>Aparência do miolo* <math>\Sigma</math>Total</b>	<b>Aparência externa* <math>\Sigma</math>Total</b>
A	FP+3% fibra não extrusada	56b	55c
B	FP+5% fibra não extrusada	63b	70bc
C	FP	74b	111b
D	FP+3 % fibra extrusada pré-umidificada	133a	158a
E	FP+3 % fibra extrusada	136a	109b
F	FP+5 % fibra extrusada	168a	127a

\*Valores totais de ordenação; 1=mais preferida, 6=menos preferida.

Numa mesma coluna, valores com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente entre si ( $p > 0,05$ ).

FP = formulação padrão AACC n°. 10-90 (item 3.5), sem açúcar, gordura e sal e adicionada de 20% de Litesse®.

Após a análise dos resultados do teste de ordenação (tabela 4.5), decidiu-se utilizar para o enriquecimento do bolo a fibra de laranja sem extrusão, explorando-se nos testes de otimização do bolo enriquecido, a região entre 0 e 10% de adição desta fibra à formulação de número 8 (tabela 3.1).

### **4.3.2 Otimização das formulações: teste de aceitação**

A tabela 4.6 mostra os resultados das análises de regressão das variáveis independentes (%de Litesse® e %de fibras) sobre a aceitação global, sabor, textura, aparência, volume e textura instrumental do bolo *diet*, formulado com quantidades de Litesse® variando entre 15 e 25% e enriquecido com quantidades de fibra não extrusada de laranja variando entre 0 e 10%.

Como pode se observar na tabela 4.6, os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de cada modelo preditivo podem ser considerados bastante altos em se tratando de testes sensoriais com consumidores, os quais pela própria natureza mostram grande variabilidade nos resultados. Os coeficientes de determinação variaram entre 0,95 e 0,98, apresentando níveis de significância ( $p \leq 0,05$ ), comprovando que os modelos possuem alta validade e poder preditivo.

A equação I (tabela 4.6) mostra que a adição de fibras ao bolo provoca invariavelmente uma diminuição da aceitação global do produto, uma vez que os coeficientes das equações associadas à fibra são invariavelmente negativos. Esse mesmo efeito pode ser observado com relação aos demais atributos: atitude de compra, aparência externa e aparência do miolo (tabela 4.6 – equações I a IV ). Ainda assim, de acordo com as superfícies de resposta e mapas de contorno, mostrados nas figuras 4.7 a 4.10, pode-se verificar que existem formulações enriquecidas, que obtiveram níveis altos de aceitação entre os consumidores.

**Tabela 4.6: Estimativa dos efeitos, coeficientes das regressões, erros padrão e níveis de significância associados aos modelos preditivos da aceitação global, da atitude de compra, aparência externa e aparência do miolo em função das variáveis codificadas porcentagem de Litesse® e fibra.**

<b>Atributos</b>	<b>Fator</b>	<b>Efeito</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>p</b>
<b>Aceitação Global (AG)</b>	Int.Principal	5,8233	5,8233	0,1894	0,0110
	Litesse® (L)	1,0726	0,5363	0,1160	0,0437
	Litesse® (Q)	-1,1058	-0,5529	0,1381	0,0570
	Fibra (L)	-0,2640	-1,3201	0,1160	0,0076
	Fibra (Q)	-0,5408	-0,2704	0,1381	0,1892
	L X F	-0,1350	-0,0675	0,1640	0,7206
	<b>Modelo ajustado I:</b> $F_{\text{calc}} = 69,89$ $p \leq 0,05$				
<b>Equação I:</b> $AG = 5,82 + 0,54 I - 0,55 I^2 - 1,32 f$					$R^2 = 0,97$
<b>Atitude de Compra (AT)</b>	Int.Principal	2,8333	2,8333	0,1562	0,0030
	Litesse® (L)	0,6351	0,3175	0,0957	0,0800
	Litesse® (Q)	-0,5433	-0,2717	0,1139	0,1398
	Fibra (L)	-1,6269	-8,1344	0,0957	0,0135
	Fibra (Q)	-0,0583	-0,0292	0,1139	0,8218
	L X F	-0,1850	-0,0925	0,1353	0,5648
	<b>Modelo ajustado II:</b> $F_{\text{calc}} = 49,87$ $p \leq 0,05$				
<b>Equação II:</b> $AT = 2,83 + 0,32 I - 8,13 f$					$R^2 = 0,98$
<b>Aparência Externa (AE)</b>	Int.Principal	7,2967	7,2967	0,1202	0,0003
	Litesse® (L)	2,0652	1,0330	0,7360	0,0050
	Litesse® (Q)	-1,7167	-0,8583	0,8760	0,0103
	Fibra (L)	-2,5657	-1,2829	0,0736	0,0033
	Fibra (Q)	-2,2667	-1,1333	0,0876	0,0059
	L X F	-0,0700	-0,0165	0,1020	0,5074
	<b>Modelo ajustado III:</b> $F_{\text{calc}} = 21,38$ $p \leq 0,05$				
<b>Equação III:</b> $AE = 7,30 + 1,03 I - 0,86 I^2 - 1,28 f - 1,13 f^2$					$R^2 = 0,95$
<b>Aparência Miolo (AM)</b>	Int.Principal	6,7767	6,7767	0,1919	0,0008
	Litesse® (L)	1,6577	0,8289	0,1175	0,0195
	Litesse® (Q)	-2,1617	-1,0808	0,1398	0,0163
	Fibra (L)	-3,0718	-1,5359	0,1175	0,0058
	Fibra (Q)	-2,2767	-1,1383	0,1398	0,0148
	L X F	-0,0550	-0,2750	0,1662	0,8838
	<b>Modelo ajustado VI:</b> $F_{\text{calc}} = 43,55$ $p \leq 0,05$				
<b>Equação IV:</b> $AM = 6,78 + 0,83 I - 1,08 I^2 - 1,54 f - 1,14 f^2$					$R^2 = 0,96$

L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

L X F = Litesse® X Fibra.

I = concentração de Litesse® ; f = concentração de fibra.

$R^2$  = coeficientes de determinação mínimos da regressão.

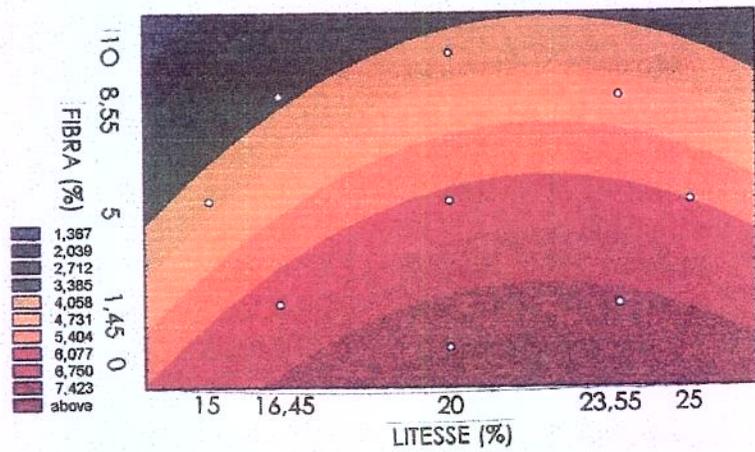
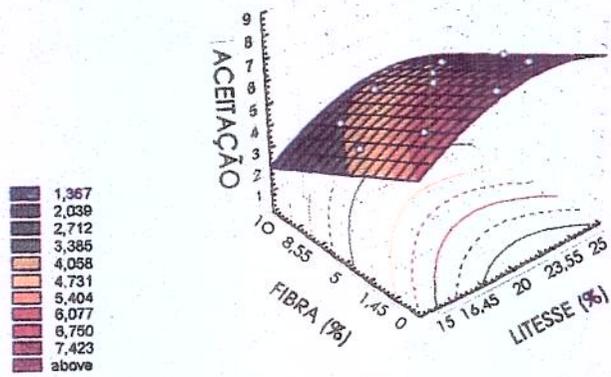


Figura 4.6 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à aceitação global de formulações de bolo diet enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse® (1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo)

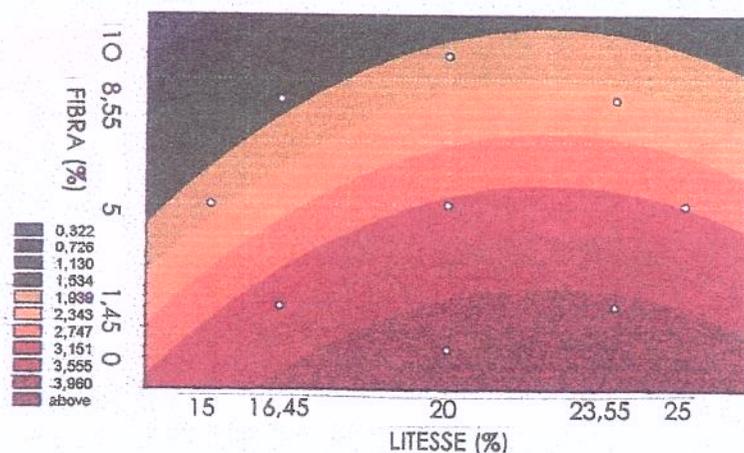
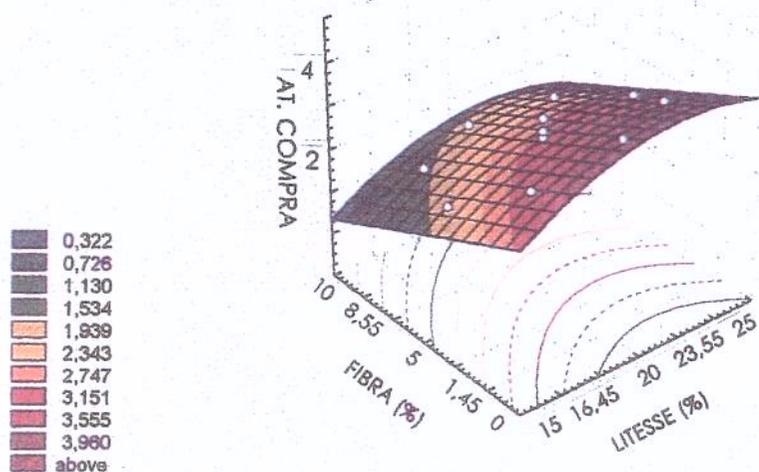


Figura 4.7 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à Atitude de compra de formulações de bolo *diet* enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse®

(1=certamente não compraria; 5= certamente compraria)

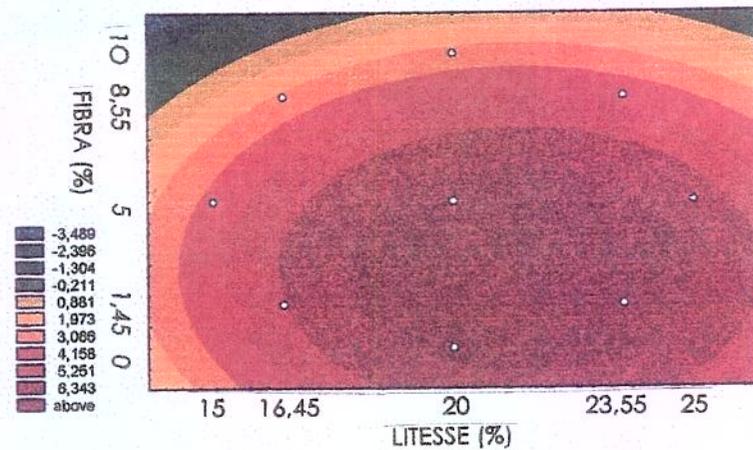
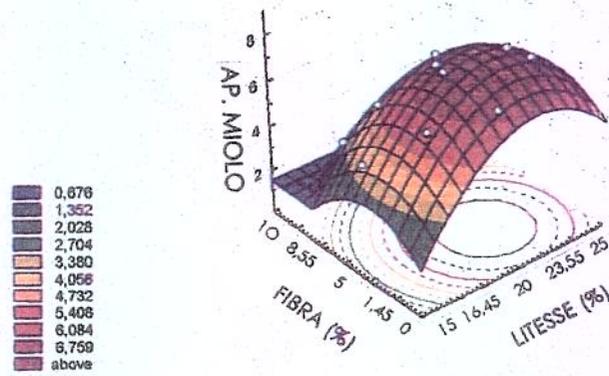


Figura 4.8 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à aceitação da aparência do miolo de formulações de bolo diet enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse®  
 (1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo)

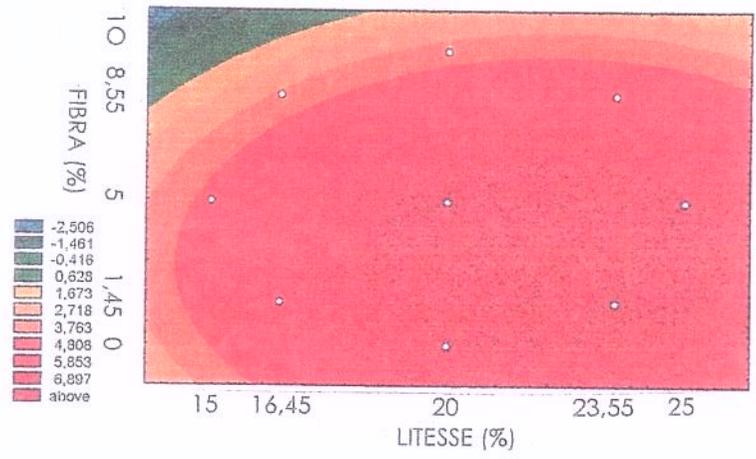
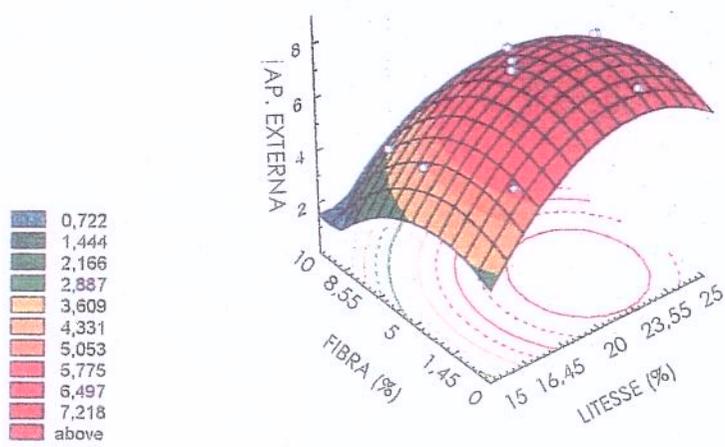


Figura 4.9 – Superfície de resposta e curva de contorno associadas à aceitação da aparência externa de formulações de bolo diet enriquecido com fibra não extrusada de laranja e contendo substituto de gordura Litesse® (1=desgostei muitíssimo; 9=gostei muitíssimo)

As figuras 4.7 e 4.8 mostram que níveis ótimos de aceitação global e intenção de compra são alcançados pelo bolo enriquecido quando este é formulado com até 5% de fibra e a porcentagem de Litesse® variando entre 16,45 e 25%.

Com relação à aparência externa e aparência do miolo, as figuras 4.9 e 4.10, sugerem respectivamente, que os níveis ótimos para enriquecimento são de até 8,55% de fibra e níveis de Litesse® variando entre 15 e 25%.

A tabela 4.7 mostra que as formulações contendo 23,55 % Litesse® e 1,45% de fibra e, 20% de Litesse® e sem adição de fibra (formulações 2 e 8, da tabela 2.2 respectivamente), foram as mais aceitas nos atributos testados. A amostra 2 foi muito bem aceita pelos consumidores, obtendo média de aceitação global, aparência externa e do miolo em torno de 7, correspondente ao termo "gostei moderadamente" na escala hedônica.

O valor médio de intenção de compra da formulação 2 junto aos consumidores foi de 3,8, ou seja, próxima do termo "possivelmente compraria", indicando bom potencial de venda do produto.

**Tabela 4.7: Valores médios de aceitação das amostras de bolo diet junto a consumidores.**

<b>Amostra</b>	<b>Aceitação global*</b>	<b>Atitude de compra**</b>	<b>Aparência Externa*</b>	<b>Aparência do miolo*</b>
1	4,2bc	2,0c	5,3b	3,6c
2	6,9a	3,8a	7,0a	7,2a
3	3,3c	1,5c	2,9c	2,3d
4	5,7ab	2,9b	5,0b	5,7b
5	5,5b	2,7b	7,2a	5,8b
6	3,3c	1,6c	3,0c	2,5d
7	3,9c	1,8c	4,5b	3,1cd
8	7,2a	3,9a	7,6a	6,2b
9	6,2a	3,1ab	7,5a	7,2a
10	5,6ab	2,6b	7,2a	6,6ab
11	5,7ab	2,8b	7,1a	6,6ab

\* 1=desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo.

\*\*1=certamente não compraria; 3= talvez comprasse / talvez não comprasse;  
5=certamente compraria.

De acordo com a tabela 4.8, 61% dos consumidores atribuíram notas iguais ou superiores a 7 para a aceitação global da amostra 2, indicando que gostaram moderadamente ou em maior grau do produto. Da mesma forma, 64% dos consumidores deram notas iguais ou superiores a 7 para a aparência externa desta amostra, e 81% para a aparência do miolo, o que confirma a boa aceitação do produto.

**Tabela 4.8: Distribuição (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para aceitação global, aparência externa e aparência do miolo da formulação 2 (Tabela 2.2).**

<b>Valores*</b>	<b>Aceitação global (%) consumidores</b>	<b>Aparência Externa (%) consumidores</b>	<b>Aparência do miolo (%)consumidores</b>
1	0	0	3,0
2	0	3,0	0
3	0	0	3,0
4	3,0	10,0	10,0
5	3,0	0	0
6	33,0	23,0	3,0
7	33,0	14,0	24,0
8	14,0	27,0	47,0
9	14,0	23,0	10,0

\* 1=desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo.

Ainda que os bolos enriquecidos com maiores teores de fibra tenham tido uma menor aceitação por parte dos consumidores, pode-se observar pela tabela 4.7 que as formulações 5, 9, 10 e 11, contendo níveis de 5% de adição de fibra, tiveram uma aceitação moderada. Suas médias de aceitação global situaram-se próximas a 6, correspondente ao termo "gostei ligeiramente". Esses resultados confirmam a possibilidade de enriquecimento de fibra no bolo até 5%.

Os principais motivos apresentados pelos consumidores para justificarem suas opiniões e atitudes com relação à formulação 2 se relacionaram com a textura (47%), o sabor (20%) e a aparência (10%). De acordo com os comentários dos consumidores, observou-se que a formulação 2 foi a mais aceita por apresentar melhor textura, sabor, aparência e menor sabor residual do que as demais formulações, o que sugere que a fibra adiciona sabor residual ao produto, diminuindo a sua aceitação.

Aproximadamente 50,0 % dos consumidores afirmaram ser o atributo de textura o que eles mais gostaram de um modo geral nas formulações. Para a formulação 2 e 8 (tabela 2.2), respectivamente 62,8 e 56,2 % dos consumidores descreveram o motivo da maior aceitação através do termo “macio”, usando também os termos “leve” e “desmancha na boca”.

Dentre os aspectos negativos relacionados com o sabor da formulação 2 (tabela 2.2), o sabor residual da amostra 2 foi citado por 33% dos consumidores; ainda 25% deles observaram falta de gosto doce. Para a amostra 5, 45% dos consumidores reclamaram do sabor residual, enquanto 38% também apontaram o sabor residual como o principal aspecto negativo das formulações 9, 10 e 11.

Para a formulação 3, de menor adição de Litesse® e maior adição de fibra, e a amostra menos aceita em relação as demais formulações, o motivo da sua maior rejeição foi atribuído aos atributos de textura do bolo, sendo que 37,0% usou o termo “duro” e 13% “seco”, tendo também os termos “pouco macio” e “muito compacto” sido utilizados.

De um modo geral, pode-se concluir que a adição de fibra acima dos níveis de 5% faz cair em demasia a aceitação do produto em função de que a fibra adiciona sabor residual ao bolo. Por outro lado, a redução de Litesse® a níveis inferiores a 20% diminui a maciez do bolo, prejudicando a aceitação do produto.

### 4.3.3 Otimização das formulações: equipe de provadores treinados

Quando a equipe de provadores treinados avaliou cada uma das 11 formulações mostradas na tabela 2.2, observou-se que não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para nenhuma das amostras testadas com relação à umidade e intensidade de cor amarela (tabela 4.9). Assim, a adição de fibras não alterou o aspecto visual de umidade e a cor do bolo.

Entretanto, a adição de fibras alterou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) a compactação, a uniformidade e o tamanho das células das formulações, conforme mostra a tabela 4.9.

Quanto à compactação do miolo, pode-se verificar pela tabela 4.9 que as amostras 1, 3 e 6 não diferiram significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ), tendo estas formulações apresentado maior compactação que as demais formulações. Essas amostras tinham em comum, o fato de possuírem 8% ou mais de adição de fibras na formulação.

**Tabela 4.9 : Valores de médias das notas atribuídas pelos provadores experts às amostras para os atributos de aparência.**

<b>Amostra</b>	<b>Umidade</b>	<b>Compactação do miolo</b>	<b>Uniformidade das células</b>	<b>Tamanho das células</b>	<b>Cor Amarela</b>
1	4,14a	6,06ab	3,96ab	6,83a	3,13a
2	4,14a	3,57ab	6,42a	1,87b	5,08a
3	5,23a	6,53a	2,67b	7,26a	3,36a
4	4,19a	5,69ab	4,54ab	3,49b	3,74a
5	3,72a	3,99ab	6,34a	2,38b	4,83a
6	5,04a	6,62a	3,60ab	6,91a	2,79a
7	5,65a	5,86ab	2,89b	7,07a	3,11a
8	4,62a	3,06b	5,27ab	3,36b	4,43a
9	5,44a	3,78ab	5,36ab	2,70b	3,14a
10	5,28a	3,43ab	4,88ab	2,73b	2,95a
11	5,03a	3,21b	5,32ab	2,99b	3,30a

Numa mesma coluna, valores com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si (0=pouco/pequeno/claro; 9=muito/grande/escuro).

Observando-se os valores de aceitação global, atitude de compra e aceitação da aparência externa e interna obtidas para essas amostras (tabela 4.7), verifica-se que essas amostras foram rejeitadas pelos consumidores, obtendo médias inferiores a 4 (“desgostei ligeiramente”) para vários desses atributos.

A tabela 4.9 mostra também que as amostras 1, 3 e 6 apresentaram células de baixa uniformidade e grande tamanho, se comparadas com as demais formulações. Assim, esses resultados sugerem fortemente que adições de fibras em níveis iguais ou superiores a 8% são altamente não recomendáveis, por aumentarem a compactação do miolo e tamanho das células, ao mesmo tempo em que diminuem a uniformidade das mesmas e a aceitação do produto pelos consumidores.

Por outro lado, a tabela 4.9 mostra que as formulações contendo adições de 1,45% de fibra e 23,55% de Litesse® (formulação 2) e 5% de fibra e 20% de Litesse® (formulações 9, 10 e 11) apresentaram baixa compactação do miolo e não diferiram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) da formulação sem adição de fibra (formulação 8), a qual continha 20% de adição de Litesse®.

De fato, a formulação 2 foi a que apresentou maior uniformidade das células, bem como células de menor tamanho, comparativamente às formulações 8, 9, 10 e 11; entretanto esta diferença não foi significativa a  $p \leq 0,05$ . Possivelmente, as características especificadas na tabela 4.9 influenciaram a alta aceitação obtida pela formulação 2 com relação a todos os atributos julgados pelos consumidores.

**Tabela 4.10 : Valores de médias das notas atribuídas pelos provadores treinados às amostras para atributos de textura e sabor.**

<b>Amostra</b>	<b>Maciez</b>	<b>Umidade</b>	<b>Sabor estranho</b>	<b>Sabor residual</b>
1	2,01d	2,82bc	5,02ab	5,21ab
2	6,32a	4,65ab	2,58b	2,78b
3	1,68d	2,39c	4,66ab	4,38ab
4	4,05c	3,03bc	3,45ab	3,31ab
5	4,42bc	3,87abc	4,03ab	4,66ab
6	1,95d	3,07bc	5,49a	5,65 <sup>a</sup>
7	2,01d	3,47abc	4,16ab	4,12ab
8	6,33a	5,41a	2,61b	2,87ab
9	5,79ab	4,71ab	3,29ab	4,04ab
10	5,56abc	4,02abc	2,85b	3,40ab
11	5,59abc	4,76ab	3,24ab	3,75ab

Numa mesma coluna, valores com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ( $p > 0,05$ ) entre si. (0=pouco/nenhum; 9=muito).

De acordo com a tabela 4.10, os bolos com tratamentos 2 e 8 foram considerados pela equipe de provadores treinados os mais macios, com menor sabor estranho e sabor residual, não diferindo significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) em nenhum dos atributos avaliados.

Por outro lado, as amostras 1, 3, 6 e 7, contendo adições de fibras em níveis iguais ou superiores a 8% obtiveram baixíssimos valores com relação aos atributos maciez e umidade, obtendo os mais altos valores de sabor estranho e sabor residual.

Por fim, as formulações 9, 10 e 11 não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em nenhum atributo estudado, o que demonstra boa reprodutibilidade do processo.

## 4.4 Aromatização do Bolo *Diet* Enriquecido com Fibras

### 4.4.1 Aceitação do produto por consumidores

As amostras aromatizadas mostraram altos níveis de aceitação para os atributos de aparência, aceitação global e atitude de compra, conforme demonstra a tabela 4.11.

**Tabela 4.11 : Valores de médias das notas atribuídas pelos consumidores aos bolos *diet* de laranja, chocolate e baunilha para os atributos de aparência, aceitação global e atitude de compra.**

Sabor do bolo <i>diet</i>	Aparência*	Aceitação global*	Atitude de compra**
Laranja	7,64a	6,67a	3,70a
Chocolate	6,88b	6,42a	3,42a
Baunilha	6,73b	6,33a	3,24a

\* 1=desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo.

\*\*1=certamente não compraria; 3= talvez comprasse / talvez não comprasse; 5=certamente compraria.

Numa mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si.

O bolo de laranja foi o mais aceito sensorialmente em relação à aparência, atitude de compra e aceitação global, com os valores de médias das notas atribuídas pelos consumidores superiores aos valores atribuídos para os bolos de chocolate e baunilha.

Pode-se observar na tabela 4.11 que o bolo de laranja diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) dos bolos de chocolate e baunilha para o atributo de aparência, enquanto não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os bolos para a aceitação global e atitude de compra.

Através da figura 4.11, pode-se verificar que 40% dos consumidores atribuíram nota 8 à aparência do bolo de laranja, o que corresponde à "gostei muito", e pouco mais de 20% dos consumidores atribuíram nota 9, o que corresponde à "gostei muitíssimo".

A aceitação global do bolo de chocolate não foi uniforme, podendo ser observado na figura 4.12. Aproximadamente 50% dos consumidores atribuíram nota 7 ("gostei moderadamente") para a aceitação global do bolo de chocolate. Na avaliação do bolo de laranja, aproximadamente 35% dos consumidores atribuíram nota 6 ("gostei ligeiramente"). O bolo de baunilha foi o menos aceito pelos consumidores, porém sem diferir significativamente dos demais ( $p \leq 0,05$ ).

A atitude de compra dos consumidores em relação aos bolos foi favorável. Observa-se pela figura 4.13 que aproximadamente 30% dos consumidores atribuíram nota 4 ("possivelmente compraria") aos bolos. Em torno de 20% dos consumidores certamente comprariam o bolo de laranja e o bolo de chocolate, e pouco mais de 10% certamente comprariam o bolo de baunilha (atribuíram nota 5).

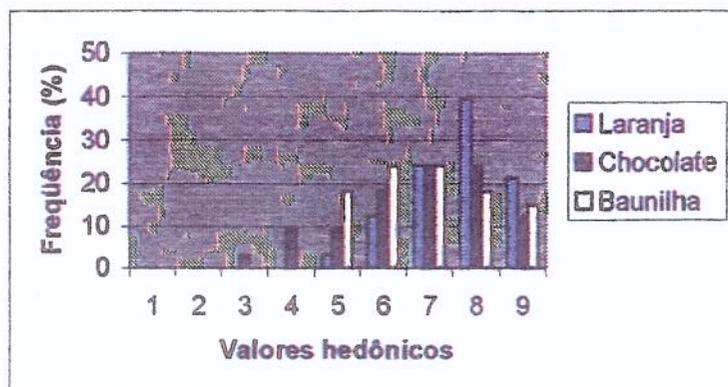


Figura 4.10: Distribuição de frequência (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para aparência do bolo *diet* sabores de laranja, chocolate e baunilha.

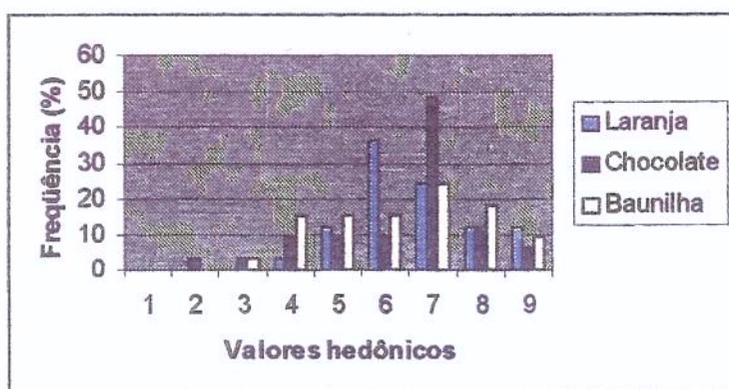


Figura 4.11: Distribuição de frequência (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para aceitação global de bolo *diet* sabores de laranja, chocolate e baunilha.

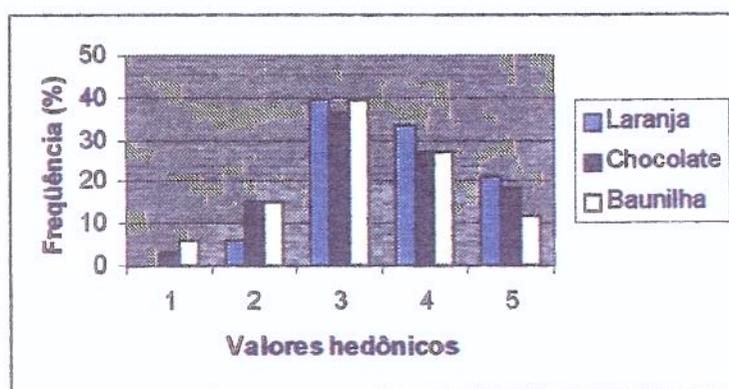


Figura 4.12: Distribuição de frequência (%) dos consumidores com relação aos valores hedônicos para atitude de compra de bolo *diet* sabores de laranja, chocolate e baunilha.

#### **4.4.2 Caracterização Nutricional**

Na determinação da composição centesimal dos bolos considerou-se os valores obtidos do bolo de baunilha, porque sua umidade foi intermediária entre os bolos de laranja e chocolate. O bolo de baunilha apresentou 40,0% de umidade, enquanto foi de 40,8 e 41,9% os valores de umidade dos bolos de laranja e chocolate, respectivamente.

Quanto à composição centesimal, o bolo *diet* sabor baunilha apresentou 40,0% de umidade, 47,5% de amido, 8,0% de proteína, 2,2% de lipídios, 1,9% de cinzas e 0,4% de açúcares. A redução de gordura foi de aproximadamente 80%, considerando-se valor médio de 12% de gordura dos bolos convencionais.

O valor calórico calculado foi de 243,4Kcal/100g para os bolos de laranja, chocolate e baunilha, enquanto o resultado médio expresso pelo calorímetro foi de 237,74Kcal/100g para o bolo de laranja e o de baunilha, e de 240,22Kcal/100g para o bolo de chocolate. A redução de calorias foi de aproximadamente 19%, considerando-se o valor calórico calculado para os bolos e o valor médio de 300Kcal/100g dos bolos convencionais.

#### **4.4.3 Caracterização física**

A tabela 4.12 apresenta parâmetros de caracterização física e físico-química. De acordo com a equipe de provadores da empresa Rhodia, todos os bolos apresentaram bons parâmetros de qualidade e ausência de defeitos.

**Tabela 4.12 : Avaliação de parâmetros associados a qualidades física e sensorial do bolo *diet* sabores laranja, chocolate e baunilha.**

	<b>Laranja</b>	<b>Chocolate</b>	<b>Baunilha</b>
Peso (g)	199,2	186,7	194,8
Volume (ml)	405	410	400
Volume específico	2,0	2,2	2,1
pH	8,3	7,9	8,0
Cor da crosta	Marrom escuro	Marrom dourado	Marrom dour. Claro
Simetria	Arredondada	Arredondada	Arredondada
Textura da superfície	Macio	Macio	Macio
Uniformi/e cor crosta	Uniforme	Uniforme	Uniforme
Textura do miolo	Fina	Levemente fina	Fina
Defeitos	Ausentes	Ausentes	Ausentes

No estudo do perfil da textura instrumental, TPA (Texture Profile Analysis - Análise do perfil de textura), foram determinados a dureza, a elasticidade, a coesividade, a gomosidade e a mastigabilidade.

A adesividade é dificilmente detectada como um estímulo sensorial isoladamente. Apesar de ser um atributo muito importante, teve que ser desconsiderada neste trabalho, uma vez que os coeficientes de variação deste atributo foram muito elevados, chegando em alguns casos perto de 100%.

Os resultados do TPA encontram-se na tabela 4.13. Calculou-se a média e o coeficiente de variação de amostras do bolo sabor laranja, chocolate e baunilha. O atributo de dureza apresentou os coeficientes de variação mais altos, e a coesividade os coeficientes de variação mais baixos. A gomosidade e a mastigabilidade apresentaram coeficientes inferiores a 10% na maioria dos casos.

Apesar das amostras apresentarem uma constituição homogênea, com células espaçadas regularmente e tamanho das células uniforme, no momento em que se efetua a retirada das amostras, ocorre deformação destas, o que contribui para a variação observada na determinação de textura.

As maiores diferenças verificadas entre os bolos ocorreu nos atributos de dureza, gomosidade e mastigabilidade, sendo que o bolo de baunilha apresentou os maiores valores para esses atributos.

**Tabela 4.13 : Perfil de textura dos bolos de laranja, chocolate e baunilha no tempo de 1 dia de armazenamento.**

BOLO	Dureza		Elastici/e		Coesivi/e		Gomosi/e		Mastigabili/e	
	média	CV*	média	CV	média	CV	média	CV	média	CV
Laranja	462,6b	28,9	0,8a	1,2	0,4a	0,3	203,9a	9,7	166,0a	5,5
Chocolate	404,1b	40,2	0,8a	1,7	0,4a	0,1	182,0b	5,5	150,5a	2,4
Baunilha	563,1a	68,2	0,9a	0,8	0,5a	0,1	270,7a	6,8	232,5a	7,7

\*CV= coeficiente de variação em porcentagem.

Numa mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si.

#### **4.5 Variações de Atributos de Textura em Função do Tempo de Armazenamento do Bolo**

Quando o bolo em embalagens de polietileno foi armazenado por 30 dias, seus parâmetros de qualidade sensorial associados à textura foram avaliados instrumentalmente através do método TPA (3.10), observaram-se as variações mostradas na tabela 4.14.

**Tabela 4.14 : Perfil de textura do bolo sabor baunilha nos tempos de 1, 10, 20 e 30 dias de armazenamento.**

Tempo(dias)	Dureza		Elastici/e		Coesivi/e		Gomosi/e		Mastigabili/e	
	média	CV*	média	CV	média	CV	média	CV	média	CV
1	563,1c	68,2	0,9a	0,8	0,5a	0,1	270,7a	6,8	232,5a	7,7
10	1014,1b	32,1	0,8a	0,2	0,4a	0,0	356,0a	25,2	263,2a	3,2
20	1174,0b	83,7	0,7a	0,1	0,4a	0,1	460,9b	34,0	368,6ab	9,0
30	1900,5a	41,6	0,7a	0,1	0,3a	0,0	650,3b	24,7	475,3b	12,3

\*CV= coeficiente de variação em porcentagem

Numa mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si.

Conforme esperado, a dureza foi o atributo que apresentou maior variação durante o armazenamento do bolo, tendo variado significativamente já após 10 dias de armazenamento. Os parâmetros de elasticidade e coesividade não apresentaram variações significativas a  $p \leq 0,05$  durante os 30 dias de armazenamento do produto. Por sua vez, gomosidade e mastigabilidade variaram ( $p \leq 0,05$ ) após 20 e 30 dias, respectivamente.

Esses dados precisam obviamente, ser confirmados por avaliações sensoriais, as quais não foram realizadas no presente estudo por limitações de tempo e custo. Entretanto, os resultados obtidos neste ensaio exploratório de vida-de-prateleira do produto sugerem que o mesmo necessitará de embalagem adequada para manter sua qualidade sensorial se o mesmo tiver que ser armazenado por prazo igual ou superior a 10 dias.

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu o desenvolvimento de um bolo *diet*, sem adição de açúcar, com redução de aproximadamente 80% de gordura e 19% do valor calórico em sua formulação, e enriquecido com fibras alimentares. As contribuições deste produto para a saúde dos indivíduos são muitas, uma vez que uma das estratégias no tratamento de inúmeras doenças inclui uma alimentação sem açúcar, com baixo teor de gordura e a presença de fibras.

Na otimização dos níveis de adição dos ingredientes: Litesse®, gordura e fibra nas formulações de bolo *diet*, utilizando-se a Metodologia de Superfície de Resposta associada a testes afetivos, verificou-se que formulações contendo de 20 a 23,55% de Litesse®, enriquecidas com até 5% de fibras e sem adição de açúcar e gordura, obtiveram boa aceitação pelos consumidores.

Indivíduos com dietas controladas, restritas em açúcares e gorduras, como pacientes diabéticos, obesos e hipertensos, podem ser beneficiados por este produto. A adição de fibras incrementou o valor nutricional do bolo, beneficiando especialmente indivíduos com doenças cardiovasculares, diabetes, câncer de cólon e diverticulose.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AACC – American Association of Cereal Chemists. **Aproved methods**. 9. ed., Saint Paul, 1995.
2. ABESO – Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade. **Dados estatísticos sobre a obesidade**. p. 1-12, 2000.
3. ALBERTI, K.G. M.M.; ZIMMET, P.Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications, Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus of provisional report of a WHO consultation. **Diabetic Medical**, v.15, p. 53-73, 1998.
4. AMARAL, C.F.S. Emergências hipertensivas. In: CHIAVERINI, R.; MARCONDES, M.; SILVA, H.; RAMOS, O.L. **Doença Hipertensiva: diagnóstico e tratamento**. São Paulo: Atheneu, 1980: p. 67-9.
5. ANDERSON, L. Alimentação e balanceamento de nutrientes. In: **Nutrição**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1988, p. 420-40.
6. ANDERSON, J.W.; DEAKINS, D.A.; FLOORE, T.L.; SMITH, B.M.; WHITIS, S.E. Dietary fiber and coronary heart disease. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 29, n. 2, p. 95-147, 1990.
7. ARÊAS, J.A.; LAJOLO, F.M. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can J. Biochem. Physiol.** v.39, n. 8, p. 11-17, 1980.
8. BAEVA, M.R.; PANCHEV, I.N.; TERZIEVA, V.V. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. **Nahrung**, v. 44, n. 4, p. 242-6, 2000.

9. BAKR, A.A. Application potential for sugar substitutes in some low energy and diabetic foods. **Nahrung**, v. 41, n. 3, p. 170-5, 1997.
10. BERGARA, S.A.; SILVA, M.A.A.P. Hedonic scale with reference: performance in obtaining predictive models. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 7, p. 57-64, 2002.
11. BEST, D. Whatever happened to fiber? **Prepared Foods**, v. 160, n. 11, p. 54-8, 1991.
12. BIRCH, G.G.; MUNTUN, S.L. Synergism and the sweet response. In: BIRCH, G.G.; PARCKER, K.J. **Nutritive sweetener**. London, 1982, p.145-71.
13. BLACKBURN, G.L.; KANDERS, B.S. Obesity. In: **Obesity: Pathophysiology, psychology and treatment**. Washington: Chapman and Hall, p. 15-9, 1994.
14. BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** v. 37, n. 8, p. 911-17, 1959.
15. BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. Polissacarídeos. In: **Introdução à Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. Cap. 1, pp. 47-58.
16. BORJA, M.E.; BORDI, P.L.; LAMBERT, C.U. New lower-fat dessert recipies for the school lunch program are well accepted by children. **Journal of the American Dietetic Association**. v. 96, n. 9, p. 908-10, 1996.
17. BRUNS, R.E; NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S. Como variar tudo ao mesmo tempo. In: **Planejamento e otimização de experimentos**. São Paulo: Ed. UNICAMP, 1995. Cap. 3, pp. 61-97.

18. CAMPBELL, A.D.; BELL, L.N. Acceptability of low-fat, sugar-free cakes: effect of providing compositional information during taste-testing. **Journal of the American Dietetic Association**, v.101, n.3, p. 354-6, 2001.
19. CAMPOS, V.F. Sobrevivência e Produtividade. In: **TQC – Controle da Qualidade Total**. Belo Horizonte: UFMG, 1995. Cap. 1. pp.1-16.
20. CARDELLO, A.V.; MALLER, O.; BLOOM-MASOR, H.; DUBOSE, C.; EDELMAN, B. Role of consumer expectancies in the acceptance of novel foods. **Journal Food Science**, v. 50, p. 1707-14, 1985.
21. CARRANCA, A. A onda orgânica. **Veja SP**. p.22-3, 17/10/2001.
22. CHANG, Y.K.; SILVA, M.R. GUTKOSKI, L.C.; SEBIO, L. Development of extruded snacks using jatobá flour and cassava starch blends. **J. Sci. Food Agric.**, v. 78, n. 12, p. 59-66, 1998.
23. CIACCO, C.F.; CHANG, Y.K. **Tecnologia de Massas Alimentícias**. São Paulo: 1982. 187p. (Série Tecnologia Agroindustrial).
24. CIACCO, C.F.; CHANG, Y.K. **Como fazer massas**. São Paulo: Ícone, 1986. 127p.
25. COSTELL, E. Optimización de la calidad de los alimentos. Aspectos sensoriales. In: ALMEIDA, T.C.A. et al. **Avanços em Análise sensorial**. Ed. Varela, 1999. pp. 63-7.
26. DEMAND, T.; PACKARD, C. In vivo studies of VLDL metabolism and LDL heterogeneity. **European Heart Journal**, v.19, n.1H, p. 7-10, 1998.

27. FERREIRA, C.; PÓVOA, R. Hipertensão arterial e coração. In: AMODEO, C.; LIMA, E.G.; VASQUEZ, E.C. **Hipertensão Arterial**. São Paulo: Ed. Sarvier, 1997: pp. 277-85.
28. FLAHERTY, J.A.; CHANNON, R.A.; CIAS, J.M. **Psiquiatria – diagnóstico e tratamento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1990, cap. 10: Distúrbios alimentares, pp. 153-64.
29. FRANZ, M.J.; HORTON, E.S.; BANTLE, J.P.; BEEBE, C.A.; BRUNAEL, J.D. COULSTON, A.N.; HENRY, R.R.; WOOGWERF, FF.J.; STACPOLODLE, P.W. Nutrition principles for the management of diabetes and related complications. **Diabetes Care**, v. 17, p. 490-518, 1994.
30. FREEMAN, M.; THOMAS, M. Polydextrose for reduced calorie foods. **Cereal Foods World**, v. 27, n. 10, p. 515-8, 1982.
31. FRIJTERS, J.E.R. Sensory difference testing and the measurement of sensory discriminability. In: PIGGOTT, J.R. **Sensory analysis of foods**. New York: Elsevier, p. 117-40, 1984.
32. FULTON, L.; HOGBIN, M. Quality of muffins, cake and cookies prepared with reduced fat and sugar. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 93, n. 11, 1313-16, 1993.
33. GAEDE, P.; VEDEL, P.; PARVING, H.H.; PEDERSEN, O. **Hipertensionin diabetes**. *Journal Hypertens*, v. 11, p. 309-17, 1993.
34. GARMAN, C. The use of specialty sweeteners in baked goods. **Food Marketing & Technology**, v. 14, n. 5, p. 14-6, 2000.

35. GREENHOFF, K. MACFIE, H.J.H. Preference mapping in practice. In: MACFIE, H.J.H., THOMSON, D.M.H. **Measurement of food preferences**. London, 1994. pp. 137-66.
36. HALLIWELL, B. Oxidation of low-density lipoproteins: questions of initiation, propagation, and the effect of antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**. V. 61, n. 1, p. 670-7, 1995.
37. HUANG, R.M.; YEH, S.C.; LII, C. Investigation on the optimizing formulation of low-sugar chiffon cake. **Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science**, v. 38, n. 5, p. 445-54, 2000.
38. JACKSON, K.G.; HOWELLS, J.; ARMSTRONG, J. Sweetener in special foods for diabetic, slimming and medical purposes. In: GRENBY, T.H. **Developments in sweetener**. Elsevier, London, 1987, pp. 213-63.
39. KATCH, F.I.; MCARDLE, W.D. **Nutrição, Exercício e Saúde**. Ed. Medsi, 1996, pp. 363-424.
40. KOPCHIK, F.M. Polydextrose in soft confections. **Manufacturing Confectioner**, v.75, n.11, p. 79-81, 1995.
41. LAURENTI, R. Epidemiologia da hipertensão arterial: etiologia e tipos de hipertensão arterial. In: CHIAVERINI, R; MARCONDES, M.; SILVA, H.; RAMOS, O.L. **Doença Hipertensiva: diagnóstico e tratamento**. São Paulo: Atheneu, 1980: pp. 67-9.
42. LAWLESS, H.T. Getting results you can trust from sensory evaluation. **Cereal Foods World**, v. 39, n. 11, p. 809-14, 1994.

43. LEHTO, S.; RONNEMAA, T.; HAFFNER, S.M.; KALLIO, V.; LAAKSO, M.  
Dyslipidemia and hyperglycemia predict coronary heart disease events in middle-aged patients with NIDDM. **Diabetes**, v. 46, p. 1354-9, 1997.
44. LEMOS, K. Consumo alimentar de jovens universitárias paulistas: hábitos, crenças, atitudes e aceitação em relação ao leite. Campinas, 2002. 203 p. Tese (Mestre em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
45. LOCKE, G. Alternative sweeteners. **Food Processing**, v.68, n.4, p. 7-8, 1999.
46. MACFARLENE, M.; NEWELL, M. Teste de ordenação da preferência. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, p. 1721-2, 1987.
47. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 2.ed. Flórida: CRC Press, 1988. Cap. 9: Affective tests: consumer tests and in-house panel acceptance tests, pp.123-34.
48. MENDES, L.C.; MENEZES, H.C. SILVA, M.A.A.P. Optimization of the roasting of robusta coffee using acceptability tests and RSM. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 10 p. 155-162, 2001.
49. MINISTÉRIO DA SAÚDE – BRASIL. Portaria n.234. Alimentos para fins especiais, 1996.
50. MITCHELL, H.; DEDMAN, J.; GARMAN, C. Alternative sweeteners: finding the correct technical and nutritional balance. **International Sugar Journal**, v.103, n. 1232, p. 324-7, 2001.

51. MULS, E. Nutrition recommendations for the person with diabetes. **Clinical Nutrition**, v. 17, n. 2, p. 18-25, 1998.
52. NEVILLE, N.E.; SETSER, C.S. Textural optimization of reduced-calorie layer cakes using response surface methodology. **Cereal Foods World**, v. 31, n. 10, p. 744-9, 1986.
53. NOGUEIRA, M.C.S. Importância do planejamento estatístico em experimentos científicos. In: **Workshop Planejamento de Experimentos e Análise Estatística de Dados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 1-6, 1998.
54. OLIVEIRA, A.L.; SILVA, S.S; SILVA, M.A.A.P.; EBERLIN, M.N.; CABRAL, F.A. Sensory and yield response surface analysis of supercritical CO<sub>2</sub> extracted aromatic oil from roasted coffee. **J. Food Sci. Technol.**, v. 38, n. 1, p. 38-42, 2001.
55. OLSON, A.; GRAY, G.M.; CHIU, M. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. **Food Technology**, v. 41, n. 2, p. 71-80, 1987.
56. PIGGOTT, J.R. Design questions in sensory and consumer science. **Food Qual. Pref.**, v. 6, n.4, p.217-20, 1995.
57. REAVEN, P.D.; WITZTUM, J.L. Oxidized low density lipoproteins in atherogenesis: Role of dietary modification. **Annual Review of Nutrition**, v. 16, p. 51-71, 1996.
58. ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 33, n. 2, p. 103-48, 1993.

59. ROSENTHAL, A.J. Application of aged egg in enabling increased substitution of sucrose by Litesse (polydextrose) in high-ratio cakes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.68, n.1, p. 127-31, 1995.
60. SANTANA, C.E. Maximización de la aceptabilidad de nuevos productos. In: **Simposium Iberoamericano de Análisis Sensorial**. México: 1999. pp. 67-70.
61. SANTOS, P.C.M.; YUCIF, N.; PESSA, R.P. Anorexia nervosa e bulimia: aspectos psicopatológicos, demográficos, diagnósticos clínicos. **Ver. ABP-APAL**, v. 10, n. 2, p. 35-41, 1998.
62. SCHAEFER, E.J.; LICHTENSTEIN, A.H.; LAMON-FAVA, E.; MCNAMARA, J.; ORDOVAS, J.M. Lipoproteins, nutrition, aging, and atherosclerosis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, n.1, p.726-40, 1995.
63. SCHNEEMAN, B.O. Soluble vs insoluble fiber different physiological responses. **Food Technology**, v. 41, n. 2, p. 81-2, 1987.
64. SELVENDRAN, R.R.; VERNE, A.V.F. The chemistry and properties of plant cell walls and dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D.; ANDERSON, J.W. **Dietary fiber: chemistry, physiology, and health effects**. New York: Plenum Press, 1990. pp. 1-13.
65. SIDEL, J.L.; STONE, H. Affective testing. In: **Sensory evaluation practices**. Great Britain: Blackie Academic & Professional, p. 97-136, 1985.
66. SIDEL, J.L.; STONE, H. The role of sensory evaluation in the food industry. **Foods Qual. Pref.**, v. 4, n.1, p. 65-73, 1993.

67. SIDEL, J.L.; STONE, H; THOMAS, H.A. Hitting the target: sensory and product optimization. **Cereal Foods World**, v. 39, n. 11, p. 826-30, 1994.
68. SILVA, D.J. Determinação da energia bruta. In: SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1981. pp. 27- 32.
69. SIWAVEJ, S. Reduced calorie sorghum cake. **Food**, v. 25, n. 2, p. 108-16, 1995.
70. SLAVIN, J.L. Dietary fiber: classification, chemical analysis, and food sources. **Journal American Dietetic Association**, v. 87, n. 9, p. 1164-71, 1987.
71. SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Consenso, detecção e tratamento das complicações crônicas do Diabetes Mellitus. **Arq. Bras. Endócrinol. Metabol.**, v. 43, p. 7-13, 1999.
72. SPICHLER, E.R.S.; SPICHLER, D.; MARTINS, C.S.F. Diabetic lower extremities amputation. **Diabetologia**, v.4, n.A279, p. 90-6, 1998.
73. STONE, H. Using sensory resources to identify successful products. In: THOMSON, D.M.H. **Food acceptability**. New York: Elsevier Applied Science, 1988. pp.283-96.
74. SUROJANAMETHAKUL, V.; LOHANA, T.; AUTTAVIBOONKUL, P. NIYOMVIT, B. Utilization of powdered cellulose as a fiber source in chiffon cake and cookie products. **Food**, v. 29, n. 1, p. 16-27, 1999.
75. SZCZNESNIAK, A.S.; BRANDT, M.A.; FRIEDMAN, H.H. Development of standard rating scales mechanical parameters of texture and

correlation between the objective and sensory methods of texture evaluation. **Journal of Food Science**, Chicago, v.28, p.397-403, 1963.

76. THED, S.T.; PHILLIPS, R.D. Changes of dietary fiber and starch composition of processed potato products during cosmetic cooking. **Food Chemistry**, v. 52, n. 3, p. 301-4, 1995.
77. THIMOTY, D.B.; BALLENGER, J.C.; HERZOG, D.B. Eating disorders and social phobia. **Arch. Gen. Psychiatric**, v. 50, n. 1, p. 70, 1993.
78. TRECKER, D.J. The versatility of speciality ingredients. **Food Technologist**, v. 25, n. 4, p. 129-32, 1996.
79. TROWELL, H.; SOUTHGATE, D.A.T.; WOLEVER, T.M.S.; LEIDS, A.R.; GASSULL, M.A. JENKINS, D.A. Dietary fiber redefined. **Lancet**, v. 1, p. 967, 1976.
80. VILARROEL, T.M.; UQUICHE, C.E.; BRITO, C.G.; CANCINO, R.M. Optimizacion of dietetic formulations for pastry products. **Archivos latino-americanos de nutrition**, v. 50, n. 1, p. 62-8, 2000.
81. WINDER, E.L.; WEISBERGER, J.H. Nutrition: the need to define optimal intake as a basis for public policy decisions. **American Journal Public Health**, v. 82, p. 346-50, 1992.
82. YEOUNG, A.K. Soybean curd residue (*biji*) as a dietary fiber source in cake. **Journal of Food Science and Nutrition**, v. 5, n. 3, p. 160-4, 2000.