

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

**DESENVOLVIMENTO DE BOLO DE CENOURA SEM GLÚTEN COM  
SACAROSE E *DIET* E ESTUDO DO IMPACTO DO EDULCORANTE  
NO PERFIL SENSORIAL E NA ACEITAÇÃO DO CONSUMIDOR.**

**ANGÉLICA APARECIDA MAURÍCIO**

**Campinas, SP  
2011**

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

**DESENVOLVIMENTO DE BOLO DE CENOURA SEM GLÚTEN COM  
SACAROSE E *DIET* E ESTUDO DO IMPACTO DO EDULCORANTE NO PERFIL  
SENSORIAL E NA ACEITAÇÃO DO CONSUMIDOR.**

**ANGÉLICA APARECIDA MAURÍCIO**

Tese apresentada a Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como requisito para Defesa do título de Doutora em Alimentos e Nutrição (Área de Consumo e Qualidade de Alimentos).

**Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Helena Maria André Bolini**

**Campinas, SP**

**2011**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
CLAUDIA AP. ROMANO DE SOUZA – CRB8/5816 - BIBLIOTECA DA FACULDADE  
DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

M446d Maurício, Angélica Aparecida, 1972  
Desenvolvimento de bolo de cenoura sem glúten  
com sacarose e diet e estudo do impacto do edulcorante  
no perfil sensorial e na aceitação do consumidor / Angélica  
Aparecida Maurício. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Helena Maria André Bolini.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de  
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Glúten. 2. Bolo de cenoura. 3. Diet. 4. Análise  
Sensorial. 5. Sucralose. I. Bolini, Helena Maria André.  
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Development of gluten-free carrot cake with sucrose and diet  
and study on the impact of sweeteners and sensory profile consumer  
acceptance

Palavras-chave em inglês (Keywords):

Gluten

Carrot cake

Diet

Sensory analysis

Sucralose

Área de concentração: Consumo e Qualidade de Alimentos

Titulação: Doutor em Alimentos e Nutrição

Banca examinadora:

Helena Maria André Bolini [Orientador]

Adriane Elisabete Antunes de Moraes

Antônio Roberto Giriboni Monteiro

Patrícia Carla Barbosa Trevizam Moraes

Yoon Kil Chang

Data da defesa: 07/07/2011

Programa de Pós Graduação: Alimentos e Nutrição

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida em 07/07/2011 por Angélica Aparecida Maurício, aprovada pela comissão julgadora em 07/07/2011.

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Helena Maria André Bolini  
(Orientadora)

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Adriane Elisabete Antunes de Moraes  
(Membro)

---

Prof. Dr. Antônio Roberto Giriboni Monteiro  
(Membro)

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Carla Barbosa Trevizam Moraes  
(Membro)

---

Prof. Dr. Yoon Kil Chang  
(Membro)

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Daniela Cardoso Umbelino Cavallini  
(Membro)

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Eliete Vaz de Faria  
(Membro)

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Maria Isabel Rodrigues  
(Membro)

***“Confia no Senhor e faze o bem. Habita na terra e alimenta-te da verdade.  
Deleita-te no Senhor e Ele te concederá os desejos do teu coração. Entrega o  
teu caminho ao Senhor, confia Nele e Ele tudo fará”.***

**Salmos 37:3-5**

## AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a Deus pela sua Graça e bênçãos em minha vida;
- Ao meu marido Frederico e minhas filhas Amanda e Carolina, pelo amor e apoio a mim direcionados que me possibilitaram concluir esse trabalho;
- Aos meus pais, Lauro e Neide, por todo apoio, amor e colaboração;
- À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Helena Maria André Bolini, pela orientação, amizade, compreensão e contribuição concedida na realização deste trabalho;
- À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Isabel Rodrigues pelo apoio e colaboração;
- À minha amiga para todas as horas, Paula Bucharles, que não mediu esforços para me apoiar, ajudar e, realmente, colaborar com a finalização desse trabalho;
- Ao meu amigo Vanderlei Bett pela incansável colaboração e amizade;
- Às amigas Valéria Caselato, Raquel Maciel, Amélia, Fabiane e demais companheiros das horas de alegria e também nas necessidades;
- Aos funcionários e colegas do laboratório de Análise Sensorial: Lia, D. Nice, Chico, Fátima, Cidinha e D. Marta, Alessandra, pelo apoio, paciência e colaboração com este trabalho;
- Às indústrias Naturato, ADRAM e Tovani Benzaquen Ingredientes pela colaboração com as matérias primas;
- Ao CNPq, pelo auxílio na execução deste projeto; e,
- A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	1
SUMMARY.....	4
INTRODUÇÃO GERAL.....	7
Referências.....	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
1.1 Descrição da Doença Celíaca (DC).....	11
1.2 Diabetes Mellitus Tipo I e Doença Celíaca.....	13
1.3 Doenças Associadas à DC.....	14
2.1 Edulcorantes.....	15
2.1.1 Sucralose.....	17
2.2 Substitutos da sacarose em bolos.....	18
2.2.1. Agentes de Corpo.....	19
2.3 Análise Sensorial.....	20
Referencias.....	23
ARTIGO 1: Submissão prevista para Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, PR.....	30
BOLO DE CENOURA COM E SEM GLÚTEN: DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO E ACEITAÇÃO DO PRODUTO.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.1 Formulações para: Bolo de Cenoura Isento de Glúten (BIG), Bolo de Cenoura com Glúten e Óleo de Milho (BGOM) e Bolo de Cenoura com Glúten e Óleo de Palma (BGOP).....	33
2.2 Preparação do BIG.....	34
2.3 Preparação do BGOM e BGOP 80g e 100g.....	35
2.4 Composição Nutricional.....	35
2.5 Avaliação Sensorial.....	35
2.6 Análises Estatísticas.....	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1 Caracterização Nutricional.....	37
3.2 Testes Triangulares.....	38
3.3 Testes Afetivos.....	39
3.4 RESULTADOS E DISCUSSAO DO TESTE DE INTENCAO DE COMPRA.....	43
4 Conclusões.....	44
5 Referencias.....	44
ARTIGO 2: Submetido para a revista Ciência e Tecnologia de Alimentos.....	47
Delineamento Experimental e Teste Instrumental para Determinação da Aceitação de Bolos de Cenoura com e sem Glúten.....	47
1 Introdução.....	48
2 Materiais e Métodos.....	49
2.1 Preparo dos bolos.....	50
2.2 Análises Sensoriais – Testes de Aceitação.....	50

2.3 Análises físico-químicas .....	51
2.3.1 Análise de Textura e Atividade de Água .....	51
2.3.2 Cor .....	52
2.4 Análise de dados .....	52
3 Resultados e Discussão .....	52
3.1 Análise de Aceitação .....	52
3.2 Análise de Textura e Atividade de Água por PLS .....	56
3.3 Análise de Cor .....	62
4 CONCLUSÕES .....	63
5 Referências .....	65
ARTIGO 3: Submissão prevista para Journal of Sensory Studies .....	68
PERFIL SENSORIAL , TEMPORAL E ACEITAÇÃO DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN DIETÉTICOS E COM SACAROSE .....	68
1 Introdução .....	69
2 Material e Métodos .....	71
2.1 Material - Preparo das amostras .....	71
2.2. Análise Sensorial .....	73
2.2.1 Pré-seleção de provadores para a equipe de ADQ e TI .....	73
2.2.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) .....	74
2.2.2.1 Condições de teste .....	74
2.2.2.2 Levantamento de termos descritores .....	74
2.2.2.3 Definição dos termos descritores e referências .....	74
2.2.2.4 Treinamento e Seleção .....	77
2.2.2.5 Análise das amostras .....	78
2.2.3.1 Condições de teste .....	78
2.2.3.2 Levantamento de termos descritores .....	78
2.2.3.3 Definição dos termos descritores e referências .....	78
2.2.3.4 Análise das amostras .....	79
2.2.4 Teste de Aceitação Global .....	79
2.2.5 Análise dos dados .....	80
3 Resultados e Discussões .....	80
3.1 Treinamento da equipe de ADQ .....	80
3.2 Avaliação das amostras por ADQ .....	80
3.3 Avaliação das amostras por Tempo Intensidade .....	85
3.4 Aceitação Global .....	88
4 CONCLUSÕES .....	90
5 Referencias .....	91
ARTIGO 4: Submissão prevista para Food Research International .....	94
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VALORES HEDÔNICOS E INSTRUMENTAIS DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN E SACAROSE E DIETÉTICO .....	94
1 Introdução .....	95
2 Materiais e Métodos .....	96
2.1 Material - Preparo das amostras .....	96
2.2 Análise Sensorial .....	98
2.2.1 Aceitação da Doçura .....	98
2.2.2 Teste de Aceitação .....	99
2.2.3 Teste de Intenção de Compra .....	99

2.3 Análise Instrumental .....	100
2.3.1 Análise de Cor.....	100
2.3.2 Análise de Textura e Atividade de Água .....	100
2.4 Análise de dados .....	102
3 Resultados e Discussões.....	102
3.1 Análise Sensorial .....	102
3.1.1 Determinação de doçura ideal por escala hedônica.....	102
3.1.2 Teste de Intenção de Compra .....	106
3.2 Análise Instrumental .....	107
3.2.1 Cor .....	107
3.2.2 Textura e Atividade de Água .....	108
4 Conclusões.....	113
5 Referencias .....	114
6 CONCLUSÕES GERAIS.....	117
Apêndice A.....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	34
Figura 1. Estrutura química da sucralose.....	28
<b>ARTIGO 1</b>	
<b>BOLO DE CENOURA COM E SEM GLÚTEN - DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO E ACEITAÇÃO DO PRODUTO</b>	
Figura 1. Características obtidas para os tratamentos BGOM, BGOP 80g e BGOP 100g.....	51
Figura 2. Características obtidas para os tratamentos bolo sem glúten MIX-1 e bolo sem glúten MIX+1.....	52
Figura 3. Médias das características sensoriais avaliadas obtidas para os tratamentos do BGOM, BGOP 80g, BGOP 100g, BIG MIX-1 e BIG MIX+1.....	53
Figura 4. Distribuição da intenção de compra dos participantes por diferentes formulações de bolo de cenoura BGOM, BGOP 80g, BGOP 100g, BIG MIX-1 e BIG MIX.....	54
<b>ARTIGO 2</b>	
<b>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TESTE INSTRUMENTAL PARA DETERMINAÇÃO DA ACEITAÇÃO DE BOLOS DE CENOURA COM E SEM GLÚTEN</b>	
Figura 1. Relação entre parâmetros de textura e atividade de água e impressão global de bolos de cenoura sem glúten por regressão PLS.....	68
<b>ARTIGO 3.</b>	
<b>PERFIL SENSORIAL , TEMPORAL E ACEITAÇÃO DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN DIETÉTICOS E COM SACAROSE</b>	
Figura 1. Amostras dos bolos produzidos para o teste sensorial (112: PDR; 124: SG-1; 832: SGD-1; 941: SG+1; 557: SGD+1; 469: SGSF; 378: SGFD).....	85
Figura 2. Mesa de ADQ com todos as referências determinadas pela equipe de provadores.....	89
Figura 3. Perfil sensorial das amostras de bolo de cenoura com e sem glúten <i>diet</i> e com sacarose.....	94
Figura 4. Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos termos descritores da Análise Descritiva Quantitativa de bolos de cenoura com e sem glúten, com e sem sacarose.....	95
Figura 5. Curvas tempo-intensidade, características do estímulo doce para as amostras de bolo de cenoura com e sem glúten, com e sem sacarose.....	98
Figura 6. Figura bidimensional da análise de componentes principais dos parâmetros das curvas de TI de doçura das amostras analisadas.....	99
Figura 7 Mapa de Preferência Externo das amostras de bolo de	

cenoura correlacionadas com suas características sensoriais descritivas e impressão global dos consumidores.....	101
<b>ARTIGO 4</b>	
<b>ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VALORES HEDÔNICOS E INSTRUMENTAIS DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN E SACAROSE E DIETÉTICO</b>	
Figura 1. Bolos de cenoura padrão e sem glúten com e sem sacarose.....	110
Figura 2. Escala hedônica utilizada para avaliar a doçura ideal das amostras de bolo de cenoura estudadas.....	112
Figura 3. Figura bidimensional do mapa de preferência interno das amostras de bolos de cenoura com e sem glúten diet e com sacarose.....	119
Figura 4. Distribuição de freqüência das notas correspondentes à escala utilizada para avaliar a intenção de compra para as amostras de bolo de cenoura estudados.....	120
Figura 5. Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de bolo de cenoura em relação aos parâmetros de textura e impressão global do teste de aceitação.....	126
Figura 6. Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de bolo de cenoura com e sem glúten diet e com sacarose em relação aos atributos da ADQ e impressão global do teste de aceitação.....	127

## ÍNDICE DE TABELAS

	Pag.
<b>ARTIGO 1</b>	
<b>BOLO DE CENOURA COM E SEM GLÚTEN - DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO E ACEITAÇÃO DO PRODUTO</b>	
Tabela 1. Formulações do BGOM; BIG MIX-1 e MIX+1 e BGOP 80g e BGOP 100g.....	45
Tabela 2. Composição dos mixes para os BIG MIX-1 e MIX+1.....	45
Tabela 3. Composição nutricional de uma fatia de 60 g do BGOM; da formulação BGOP 80g e 100g e BIG MIX-1 e MIX+1.....	
Tabela 4. Média das características obtidas para os tratamentos BGOM, BGOP 80g e BGOP 100g.....	50
Tabela 5. Médias das características avaliadas obtidas para os tratamentos BIG MIX-1 e MIX+1.....	52
Tabela 6. Médias das características sensoriais avaliadas obtidas para os tratamentos do BGOM, BGOP 80g, BGOP 100g , BIG MIX-1 e BIG MIX+1.....	53
<b>ARTIGO 2</b>	
<b>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TESTE INSTRUMENTAL PARA DETERMINAÇÃO DA ACEITAÇÃO DE BOLOS DE CENOURA COM E SEM GLÚTEN</b>	
Tabela 1. Médias dos consumidores para aparência, aroma, maciez, sabor e impressão global avaliados no teste de aceitação com 40 provadores.....	64
Tabela 2. Quantidade, em gramas, dos ingredientes que constituem as fórmulas de bolo de cenoura sem glúten.....	67
Tabela 3. Médias dos resultados da regressão PLS dos atributos de textura para bolos de cenoura com e sem glúten.....	70
Tabela 4. Efeito das variáveis estudadas (quantidade de açúcar, de cenoura cozida, ovos, óleo de milho e proporção da mistura de mix) em relação aos atributos avaliados no desenvolvimento do bolo de cenoura sem glúten. As células marcadas se referem aos efeitos estatisticamente significativos ao nível de significância de 10% ( $\alpha = 0,1$ ).....	71
Tabela 5. Médias dos resultados das dimensões L* a* b* de cor de bolos de cenoura padrão e sem glúten.....	74
<b>ARTIGO 3</b>	
<b>PERFIL SENSORIAL , TEMPORAL E ACEITAÇÃO DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN DIETÉTICOS E COM SACAROSE</b>	
Tabela 1. Composição dos mix de farinhas sem glúten.....	83
Tabela 2. Composição e codificação das fórmulas de bolo de cenoura avaliadas.....	84
Tabela 3. Análise de variância e medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) para os	

	atributos estudados em bolos de cenoura com e sem glúten com sacarose e dietético.....	93
Tabela 4.	Análise de variância e medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) para os parâmetros da curva tempo-intensidade estudados para os bolos de cenoura com e sem glúten diet e com sacarose...	97
Tabela 5.	Coefficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para estímulo gosto doce.....	98
Tabela 6.	Análise de variância e medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) para aceitação global de amostras de bolo de cenoura com e sem glúten diet e com sacarose.....	100
<b>ARTIGO 4</b>		
<b>ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VALORES HEDÔNICOS E INSTRUMENTAIS DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN E SACAROSE E DIETÉTICO</b>		
Tabela 1.	Composição dos mix de farinhas sem glúten.....	109
Tabela 2.	Composição e codificação das fórmulas de bolo de cenoura avaliadas.....	111
Tabela 3.	Porcentagem de “aceitação” de doçura dos bolos de cenoura com e sem glúten <i>diet</i> e com sacarose.....	117
Tabela 4.	Médias obtidas para o teste de aceitação de bolos de cenoura com e sem glúten <i>diet</i> e com sacarose ( $n=120$ ).....	118
Tabela 5.	Resultados da análise de cor para amostras de bolos de cenoura estudadas.....	122
Tabela 6.	Resultados da análise de textura para amostras de bolo de cenoura estudadas.....	125

## ÍNDICE DE QUADROS

	Pag.
<b>ARTIGO 3.</b>	
<b>PERFIL SENSORIAL E TEMPORAL DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN DIETÉTICOS E ACEITAÇÃO POR CONSUMIDORES BRASILEIROS</b>	
Quadro 1. Definições e referencias para termos descritivos de bolos de cenoura sem glúten e padrão.....	88
<b>ARTIGO 4</b>	
<b>ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VALORES HEDÔNICOS E INSTRUMENTAIS DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN E SACAROSE E DIETÉTICO</b>	
Quadro 1. Definição sensorial, física e instrumental dos parâmetros de textura, dureza, elasticidade, adesividade, coesividade, fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade.....	115

## RESUMO GERAL

As mudanças no processamento e a crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem, além da alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, fazem surgir a necessidade de novos produtos que possam atender a essas exigências do mercado. O presente trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento e a caracterização de um bolo de cenoura sem glúten e *diet*, avaliar a aceitação por consumidores e determinar a intenção de compra. Para dar início a pesquisa, primeiramente, desenvolveu-se um *mix* de farinhas sem glúten a fim de identificar as características do bolo produzido com o *mix* e compará-las aos 2 tipos de bolo produzidos com glúten, mas com diferentes tipos de gordura. As formulações de bolo isentos de glúten (BIG) produzidos com MIX -1 e MIX +1, bolo com glúten e óleo de milho (BGOM) e bolo com glúten e óleo de palma (BGOP) 80 e 100g, foram avaliadas quanto ao seu valor nutricional, preferência e intenção de compra. Os bolos BIG MIX-1 e BGOP 80g apresentaram valor nutricional, preferência e intenção de compra comparáveis ao da formulação padrão. Portanto, o MIX-1 isento de glúten e o óleo de palma podem ser utilizados como ingredientes de bolo de cenoura, fornecendo produtos com características que atendem às exigências do mercado consumidor. Para dar continuidade à pesquisa, o novo objetivo traçado foi a partir do *mix* isento de glúten, que buscou desenvolver e padronizar novas fórmulas de bolo de cenoura sem glúten e avaliar sua aceitação. Para tal, devido ao grande número de variáveis, optou-se por utilizar somente o *mix* de farinhas isenta de glúten e o óleo de milho, deixando assim a sugestão de novos experimentos com óleo de palma. Para o delineamento experimental com 12 ensaios, foram elaborados três diferentes *mix* de quatro farinhas sem glúten. Os atributos dos bolos preparados com esses *mix* foram comparados com os atributos do bolo padrão com glúten. Os resultados foram analisados por ANOVA, Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e Análise de Cluster. Houve três ensaios que não diferiram significativamente do bolo padrão. As melhores formulações obtiveram razão de massa entre seis e quatro. As fórmulas sem glúten obtiveram notas de aceitação global entre 7,55 e 6,80 e a

padrão, 7,15. Os atributos dureza, fraturabilidade, adesividade e gomosidade interferiram negativamente na aceitação e, maciez, elasticidade, coesividade e atividade de água interferiram positivamente. Dessa forma, é possível afirmar que é viável substituir a farinha de trigo por farinhas isentas de glúten na produção de bolo de cenoura mantendo suas características sensoriais. Depois de ter chegado a resultados que apontaram que a razão da massa entre seis e quatro foram as que sugeriram melhor resposta sensorial e instrumental, optou-se por dar continuidade à pesquisa padronizando as formulações isentas de glúten em relação à formulação padrão com glúten e também se inseriu um novo *mix* de farinhas isento de glúten e sem fubá uma vez que alguns consumidores comentaram detectar sabor de fubá nos bolos sem glúten. Além disso, elaborou-se a versão *diet* (sem sacarose) das fórmulas sem glúten. Sendo assim, deu-se continuidade a pesquisa com o objetivo de avaliar o perfil sensorial e temporal e o índice de aceitação global das sete diferentes fórmulas de bolos de cenoura, com e sem glúten *diet* ou com sacarose. As fórmulas foram então submetidas aos testes descritivos de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) com 12 provadores treinados, e Análise de Tempo-Intensidade (TI) com 13 provadores treinados. Os resultados foram analisados por ANOVA, teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e Análise de Componentes Principais (ACP). Para complementar as análises, aplicou-se teste de Aceitação Global (120 consumidores) analisado por ANOVA, Tukey ( $p < 0,05$ ) e Mapa de Preferência Externo (MPREFE) que permitiu conhecer os atributos descritivos preferidos pelo público consumidor a fim de garantir a aceitação do produto. Foram definidos 16 termos descritores para o estudo de ADQ e, somente o atributo gosto doce passou por estudo temporal. Observou-se que as amostras que continham fubá em sua fórmula apresentaram-se mais quebradiças, arenosas, aparentemente mais secas, menos macias e menos elásticas quando comparadas as fórmulas sem fubá. Em contrapartida, as fórmulas sem fubá mostraram-se mais adesivas, porém, com melhor sabor e aroma de cenoura, enquanto que a amostra padrão, com glúten e sacarose, caracterizou-se por ser a mais macia, devido à presença de glúten. Quanto ao estudo temporal de gosto doce, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si. As diferenças

observadas pela equipe treinada de ADQ não foram detectadas pelos consumidores, que demonstraram boa aceitação para todas as amostras sem diferença. Além disso, pelo MPREFE, foi possível concluir que os consumidores esperam que bolo de cenoura seja mais macio e úmido, além de poroso e com aroma adocicado, mesmo esses dois últimos atributos sendo esperados em menor intensidade. Concluiu-se, portanto, que a substituição de farinha de trigo e sacarose em bolo de cenoura é possível e atende as expectativas dos consumidores. Para finalizar a pesquisa, fez-se novamente a análise de aceitação das sete fórmulas de bolo de cenoura, padrão e sem glúten, com e sem sacarose, com objetivo de avaliar os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global com 120 consumidores de bolo de cenoura por utilização de escala hedônica linear de 9 cm. Os dados foram analisados por ANOVA, teste de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ), Mapa de Preferência Interno e Dendograma. Além disso, dados de parâmetros de textura como dureza, adesividade, gomosidade, mastigabilidade, coesividade, fraturabilidade, maciez e elasticidade, atividade de água e cor das amostras foram analisados por *Partial Least Square (PLS)* para que fosse possível determinar a influência desses parâmetros instrumentais na aceitação hedônica dos consumidores. Observou-se que todos os bolos foram bem aceitos, exceto a amostra Sem Glúten *Diet* elaborada com mix +1 (SGD+1) uma vez que esta amostra deixou o consumidor em dúvida e foi a que obteve menores porcentagens para o aspecto avaliado de doçura ideal e intenção de compra e a que se apresentou com sabor mais acentuado de fubá. Quanto aos aspectos instrumentais analisados, coesividade e elasticidade influenciaram positivamente na aceitação dos produtos. Os demais parâmetros não foram considerados parâmetros relevantes pelos consumidores nas análises de aceitação dos bolos. Finalmente, obteve-se resultados de intenção de compra para as amostras por meio de escala de atitude estruturada de 5 pontos. Os provadores indicaram ter interesse em adquirir os bolos, com exceção da amostra SGD+1, caso estivessem disponíveis para compra.

## SUMMARY

Changes in food process and the higher demand for foods that have health benefits, besides high sensory and nutritional quality, make new-products development necessary. This study aimed to develop different formulas of gluten-free carrot cake with maize oil and traditional carrot cakes with wheat flour and maize oil or palm oil. Acceptance by consumers, their purchase intention and the nutritional facts of the formulas were also goals of this research. Firstly, a mix of gluten-free flours was suggested in order to replace wheat flour in cakes. Gluten-free cake was compared to two types of cake made with wheat flour (gluten) and with different types of fat. The gluten-free cake (BIG) produced with MIX -1, the cake with gluten and maize oil (BGOM) and the cake with gluten and palm oil (BGOP) with 80 and 100g were assessed for their nutritional values, preference and purchase intent. BIG MIX-1 and BGOP 80g had nutritional values, preference and purchase intent comparable to standard formulation. Therefore, the gluten-free-flour mix (MIX-1) and palm oil can be used as ingredients for carrot cake, providing products with features that meet the requirements of the consumer market. Secondly, a new goal was drawn and new gluten-free formulas were developed and standardized from the first suggested gluten-free-flour mix. Acceptance rates were one more time evaluated. For this purpose and due to the large number of variables, mix of gluten-free flours and maize oil were the only two variables chosen. Thus, we left the suggestion of new experiments with palm oil. For the 12-essays-experimental design, three gluten-free mixes with four different gluten-free flours were developed. The attributes of the cakes made with these mixes were compared with the attributes of the standard cake, with gluten. The results were analyzed by ANOVA, Tukey test ( $p < 0.05$ ) and Cluster Analysis. Three trials did not differ significantly from standard cake. The best formulas have obtained mass ratio between six and four. Overall linking of the gluten-free formulas was scored between 7.55 and 6.80 and the standard, gained 7.15. Hardness, fracturability, gumminess and Adhesiveness interfered negatively in the acceptance, while Softness, resilience, cohesiveness and water activity interfered in a positive way. Thus, it can be said that it is feasible to substitute

wheat flour for gluten-free flours in the production of carrot cake and keep its sensory characteristics. Once we have reached results that showed that the ratio of mass between six and four presented the best sensory and instrumental responses we decided to continue the research by standardizing the gluten-free formulations and also suggested a new mix of gluten-free flour, but at this time, without corn meal once some consumers commented that cakes with that flour tasted like cornmeal cake. In addition, we elaborated the diet version (without sucrose) of gluten-free formulas. So, the novel goal was to assess the sensory and temporal profiles and the overall acceptance rate of the new seven different formulas of carrot cakes. The formulas were then evaluated by Descriptive Quantitative Analysis (QDA) with 12 trained panelists and by Time-Intensity Analysis (TI) with 13 trained panelists. The results were analyzed by ANOVA, Tukey test ( $p < 0.05$ ) and Principal Component Analysis (PCA). In order to complement the analysis, Global Acceptance was carried out with 120 consumers and its results were analyzed by ANOVA, Tukey ( $p < 0.05$ ) and External Preference Mapping (MPREFE) which informed the descriptive attributes most preferred by the consumers in order to ensure acceptance of the products. Sixteen descriptor terms were defined during QDA study, and only sweet taste attribute underwent temporal study. It was observed that the samples that contained corn meal in its formula were more brittle, sandy, apparently drier, less elastic and less soft. In contrast, the formulas without cornmeal were more adhesive, but with better taste and flavor of carrots, while the standard sample, with gluten and sucrose, was said as being the softest, due to the presence of gluten. Cake samples showed no significant difference for the temporal profile of their sweet taste. The differences observed by the QDA trained panelists were not detected by consumers, who showed good acceptance for all samples with no difference. Furthermore, MPREFE shows that, for consumers, carrot cakes are supposed to be moist and soft, porous and smell sweet. Therefore, it was concluded that the replacement of wheat flour and sucrose in carrot cake is possible and meets consumer expectations. Finally, acceptance of appearance, aroma, flavor, texture and overall liking of the seven samples was evaluated by

120 consumers of carrot cake using the 9cm-linear scale. Data were analyzed by ANOVA, Tukey test ( $p < 0.05$ ), internal preference mapping and dendrogram. Furthermore, data of texture parameters such as hardness, adhesiveness, gumminess, chewiness, cohesiveness, fracturability and resilience, water activity and color of the samples were analyzed by Partial Least Square (PLS) in order to determine the influence of instrumental parameters on consumers' hedonic acceptance. It was observed that all the cakes were well accepted, except the SGD 1, which sweetness seemed to be questionable. As for the instrumental aspects, cohesiveness and elasticity have influenced the acceptance of products. The other parameters were not relevant to the panelists. Finally, we obtained results for purchase intention using the 5-point-attitude scale. Panelists indicated an interest in buying the cakes, except for the SGD 1 sample.

## INTRODUÇÃO GERAL

A Doença Celíaca (DC) é uma condição crônica que afeta principalmente o intestino delgado, sendo uma intolerância permanente ao glúten (proteína encontrada no trigo, centeio, cevada, aveia e malte). Nos indivíduos afetados, a ingestão do glúten causa danos às pequenas protuberâncias, ou vilos, que revestem a parede do intestino delgado (ACELBRAMG, 2007). É denominada também de enteropatia glúten-sensível e, caracteriza-se por atrofia total ou subtotal das vilosidades do intestino delgado proximal, levando, conseqüentemente, à má absorção da maioria dos nutrientes (WALKER, 1996), incluindo ferro, ácido fólico, cálcio e vitaminas lipossolúveis (AGA, 2001).

Pensava-se que a DC era uma condição rara, mas atualmente pode ser considerada de distribuição mundial, afetando cerca de 1:100 ou 1:300 pessoas (FASANO *et al.*, 2003) e nos Estados Unidos estima-se essa proporção seja de 1:250 pessoas (AGA, 2001). A proporção entre o sexo feminino e o masculino é de 2:1 (KOTZE, 2004).

Outro agravante da DC é a ocorrência de patologias associadas, sendo muito comum o Diabetes *Mellitus* tipo I (DMI) que prevalece entre os celíacos cerca de dez vezes mais do que na população geral (VENTURA, 1999).

Os princípios do tratamento da DC não mudaram substancialmente desde os estudos pioneiros de Dicke e colaboradores, que se iniciaram na década de 30 (BERGE-HENEGOUWEN e MULDER, 1993). O tratamento da DC é basicamente dietético e, consiste na exclusão do glúten da dieta por toda vida (SDEPANIAN, 2001).

O glúten é uma substância viscosa e adesiva, fração insolúvel das farinhas, quimicamente definida como uma proteína complexa, não eliminada por processos de cocção, podendo ser principalmente encontrada no trigo, na aveia, na cevada e no centeio (ACELBRA, 2004).

A prática do consumo de uma dieta isenta de glúten não se constitui uma tarefa de fácil execução, pois habitualmente as pessoas consomem pães,

bolos, biscoitos, pizzas e macarrão que são comumente preparados com farinha de trigo (LÓPEZ *et al.*, 2004).

A falta de alimentos alternativos implica na necessidade do preparo caseiro desses alimentos com farinhas não usualmente utilizadas pelas famílias (CARVALHO, 2003). Os produtos alternativos isentos de glúten comumente encontrados na culinária brasileira são pães de queijo, tapioca e bolacha de “maisena” (LÓPEZ *et al.*, 2004).

Isso vem ressaltar a importância da inserção de novos produtos no mercado que atendam às necessidades de portadores de patologias específicas, como é o caso de DC, cuja ferramenta que auxilia na avaliação da aceitação de novos produtos pelos consumidores é a Análise Sensorial, que vem sendo utilizada com eficácia para determinar quais atributos são mais ou menos apreciados, identificar diferenças e similaridades entre produtos e ainda associar estudos descritivos e afetivos para conhecer o perfil sensorial melhor aceito pelo consumidor (BATTOCHIO *et al.*, 2007).

## Referências

ACELBRA (Associação dos Celíacos do Brasil). Portadores de Doença Celíaca no Brasil. Disponível em: <<http://www.acebra.org.br/2004/doencaceliaca.php>>. Acesso em 10 de out. 2007.

ACELBRAMG. III Congresso Nacional de Doença Celíaca. Disponível em <[www.acebramg.com.br/doencaceliaca](http://www.acebramg.com.br/doencaceliaca)>. Acesso em 08 de Nov.2007.

AGA - American Gastroenterological Association. 2001. American Gastroenterological Association medical position statement: celiac spru. **Gastroenterology**, 120:1522-5.

BERGE-HENEGOUWEN, G.P.; MULDER, C.J.J. Pioneer in the gluten free diet: Wille-Karel Dicke 1905-1962, over 50 years of gluten free diet. **Gut.**, v.34, 1993, p.1473.

BATTOCHIO, J.R.; BOLINI, H.M.A.; CHANG, Y.K. Bolo de linhaça *diet*: desenvolvimento da formulação, determinação do perfil sensorial e estudos de consumidor. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2007, 109 p.

CARVALHO, C.N.M.; SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; de; FAGUNDES NETO, U. Doença celíaca em tratamento: avaliação da densidade mineral óssea. **J. Pediatr.**, v.79, n.4, 2003, p.303-308.

FASANO, A.; BERTI, I.; GARARDUZI, T. Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States. **J Pediatr Gastroenterol. Nutr.**, v.163, 2003, p.286-92.

KOTZE, L.M.S. Gynaecological and obstetrical findings in Brazilian patients with celiac disease in relation to nutritional status and adherence to a gluten-free diet. **J Clin Gastroenterology**, 2004.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil. **Arq Gastroenterol**; v.38, n. 4, 2001, p.232-9.

VENTURA, A. Coeliac, disease and autoimmunity. In: Lohiniemi S, Collin P, Mäki M, eds.Changing features of coeliac disease. **Tampere**: s.n., 1999, p. 67-72.

WALKER, S.J. Celiac Disease. In: Walker W. Pediatric gastrointestinal disease: **Pathophysiology, diagnosis, management**. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1996. p.841-61

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Descrição da Doença Celíaca (DC)

A descrição clássica da doença celíaca (DC) foi feita há mais de 100 anos por Samuel Gee, em 1888, sob a denominação de “afecção celíaca”, relatando as seguintes características: “indigestão crônica encontrada em pessoas de todas as idades, especialmente em crianças entre 1 e 5 anos” (AURICCHIO e TRONCONE 1996).

Entretanto, no período da Segunda Guerra Mundial foi que se associaram os efeitos deletérios de certos tipos de cereais à DC. Neste período, Dicke, um pediatra holandês, observou que durante o período de racionamento de trigo na segunda Guerra Mundial, a incidência do “*sprue* celíaco” havia diminuído muito. Posteriormente, quando os aviões suecos trouxeram pão para a Holanda, as crianças com doença celíaca voltaram rapidamente a apresentar sintomas, confirmando a importância do trigo na gênese da doença (BERGE-HENEGOUWEN e MULDER, 1993).

O diagnóstico da DC deve ser baseado em três pilares: o exame clínico, por meio de exame físico e anamnese detalhada, além da análise histopatológica do intestino delgado, e dos marcadores séricos (CATASSI *et al.*, 1994; WEITZ *et al.*, 2003). O diagnóstico final deve sempre basear-se na biópsia (ROMALDINI e BARBIERI, 1999; ROESSLER *et al.*, 2001), a qual revela a mucosa anormal do intestino delgado proximal, com as vilosidades atrofiadas ou ausentes, aumento no comprimento das criptas e no número de linfócitos intra-epiteliais (GUEVARA, 2002; SDEPANIAN *et al.*, 1999).

A DC pode apresentar vários quadros clínicos, com diversos sinais e sintomas. A forma clássica é a que se manifesta nos primeiros anos de vida, com quadro de diarreia crônica, anorexia, vômitos, emagrecimento, comprometimento variável do estado nutricional, irritabilidade, inapetência, déficit de crescimento, dor e distensão abdominal, atrofia da musculatura glútea e palidez por anemia ferropriva (MORAIS *et al.*, 2001).

Nas formas atípicas, os sintomas digestivos estão ausentes ou são pouco relevantes, mas aparecem manifestações isoladas, como anemia por deficiência de ferro refratária à ferroterapia oral, constipação intestinal, osteoporose, esterilidade, baixa estatura ou atraso no crescimento (MORAIS *et al.*, 2001).

Nos últimos anos, vem se modificando a apresentação clínica e a idade do diagnóstico da DC, pois seus sintomas, muitas vezes, são inespecíficos e atípicos, principalmente em crianças mais velhas e adultos (SDEPANIAN *et al.*, 2001). Especialmente nas duas últimas décadas, com o advento dos marcadores sorológicos para detectar os anticorpos antigliadina, antireticulina e antiendomísio, presentes na doença celíaca, os quadros atípicos e assintomáticos estão sendo reconhecidos e acompanhados (CATASSI *et al.*, 1994; WEITZ *et al.*, 2003; ROMALDINI e BARBIERI, 1999; ROESSLER *et al.*, 2001; SDEPANIAN *et al.*, 1999).

A prevalência da doença é muito variável de país para país, sendo desconhecidos dados estatísticos oficiais no Brasil (LANDABURO e PÉREZ, 2002). Atinge predominantemente os indivíduos de cor branca, mas no Brasil, devido à alta miscigenação racial, já foi descrita em mulatos. Manifesta-se, geralmente, a partir do segundo semestre de vida, coincidindo com a introdução dos cereais na alimentação (KOTZE, 1998).

Quanto ao prognóstico, há a possibilidade de uma série de complicações da DC quando não tratada, como esterilidade, osteoporose, endocrinopatias, distúrbios neurológicos e psiquiátricos (SANTOS *et al.*, 2002) doenças hepáticas e associação com doenças auto-imunes, tais como dermatite herpétiforme, *diabetes mellitus* (KOTZE, 1998).

Os cereais que contêm glúten (trigo, centeio, aveia e cevada), devem ser substituídos pelo milho, arroz, batata e mandioca. Para que a dieta possa atender às necessidades nutricionais de acordo com a idade do indivíduo, os grãos, gorduras, óleos e azeites, legumes, hortaliças, frutas, ovos, carnes e leite são considerados alimentos permitidos (MORAIS e SDEPANIAN, 2001).

Além da dieta, o paciente celíaco deve estar atento também à composição dos medicamentos prescritos para ele, uma vez que determinados tipos de medicamentos podem conter glúten. Segundo Sdepanian *et al.* (2001) quanto maior o grau de conhecimento da doença e de seu tratamento, maior a obediência à dieta desprovida de glúten.

## **1.2 Diabetes Mellitus Tipo I e Doença Celíaca**

A DC é uma enteropatia autoimune desencadeada pela ingestão do glúten; ocorre em indivíduos geneticamente predispostos, sendo esta predisposição relacionada ao sistema Antígenos Leucocitários de Histocompatibilidade (HLA) que é encontrado em mais de 90% dos celíacos (FARREL e KELLY, 2002).

Em algumas condições, a prevalência da DC pode ser ainda maior, como nos familiares de pacientes celíacos, existindo uma associação estreita entre a DC e doenças autoimunes (HILL *et al.*, 2002; FASANO *et al.*, 2003). Na predisposição genética à DC estão envolvidos: o complexo gênico dos HLA - 40% do risco genético e os genes não-HLA - 60% do risco genético. Os produtos desses dois grupos de genes estão envolvidos na modulação da resposta imune ao glúten (BEVAN *et al.*, 1999; LOULKA e SOLLID, 2003).

A maior prevalência de doenças auto-imunes entre os celíacos é atribuída a fatores genéticos em comum, especialmente antígenos do sistema HLA. É sugerido que o desenvolvimento da doença auto-imune seja uma consequência da DC não controlada, tendo sido observado que, quanto maior o tempo de DC sem tratamento, maior a porcentagem de indivíduos com doenças auto-imunes (VENTURA, 1999; KING e CICLITIRA, 2000). O Diabetes *mellitus* tipo I (DMI) é uma das doenças auto-imunes que estão associadas à DC (VENTURA, 1999).

### 1.3 Doenças Associadas à DC

Um número significativo de complicações está relacionado com a DC não tratada, como a osteoporose (FASANO e CATASSI, 2005; HILL *et al.* 2002; FERGUSON e KINGSTONE, 1996). Inclusive, na avaliação sorológica de crianças com osteoporose, cerca de 2% têm DC (HILL *et al.*, 2002). A baixa densidade de mineralização óssea é explicada pela deficiência secundária de cálcio e vitamina D oriunda da má absorção intestinal e, recentemente, foi sugerida a influência das citocinas sobre a formação e reabsorção óssea (FASANO e CATASSI, 2005). A recuperação da densidade óssea quando diagnosticada precocemente é restaurada com a dieta de exclusão do glúten. Ao contrário dos casos pediátricos, adultos afetados por osteoporose secundária à DC não mostram recuperação óssea espontânea, o que destaca a necessidade do diagnóstico precoce (FASANO e CATASSI, 2005).

A existência de complicações neurológicas e psiquiátricas é descrita, como a síndrome caracterizada por epilepsia e calcificações occipitais, ataxia, depressão, bem como distúrbios comportamentais como o autismo. As complicações relacionadas ao sistema reprodutivo abrangem a puberdade atrasada, infertilidade, abortos e neonatos de baixo peso, vários autores relatam neoplasias associadas à DC não tratada (FASANO e CATASSI, 2005; HILL *et al.* 2002; FERGUSON e KINGSTONE, 1996; HOLMES, 1996).

Uma das questões mais controversas das apresentações clínicas da DC em Pediatria é a associação com outras doenças auto-imunes. A DC tem sido encontrada em concomitância com diversas doenças auto-imunes –DMI, tireoidite auto-imune, doença de Addison, hepatite auto-imune, cirrose biliar primária, colangite esclerosante, gastrite crônica atrófica, anemia perniciosa e doenças do colágeno (HOLMES, 2001; KAUKINEN *et al.*, 1999).

Existe a possibilidade destes quadros auto-imunes também serem causados pelo glúten, ao menos parcialmente. Também, tem sido observado que a dieta isenta de glúten promove diminuição ou desaparecimento dos auto-

anticorpos órgãos específicos nos pacientes celíacos com doenças endócrinas auto-imunes associadas (TOSCANO *et al.*, 2000; ASCHER, 2001).

A associação entre várias doenças auto-imunes e a DC pode ser explicada, ao menos em parte, por alguma alteração similar no sistema imune e/ou através de base genética comum. A prevalência da DC em pacientes com DM I nos estudos de triagem populacional pediátrica de vários países situa-se entre 1,1 e 6,4%, com predomínio da forma silenciosa da DC (KOLETZKO *et al.*, 1988; BOUDRAA *et al.*, 1996).

Recentes estudos em crianças diabéticas mostram associação com DC em 6,2% na Itália (BARERA *et al.*, 2002), 10,4% na Dinamarca (HANSEN *et al.*, 2001), 3,0% na Áustria (SCHOBER *et al.*, 2000), 4,6% nos EUA (Wisconsin) (AKTAY *et al.*, 2001), 7,7% no Canadá (GILLETT *et al.*, 2001), 10,3% na Líbia (ASHABANI *et al.*, 2003) e 4,5% no Brasil (Paraná) (BAPTISTA *et al.*, 2005).

## 2.1 Edulcorantes

O gosto doce é um desejo inato do ser humano e sua preferência é conhecida desde o ano 1000 a.C. Tem-se, instintivamente, a idéia de que alimentos doces são salútares enquanto os amargos são venenosos (BARTOSHUK, 1991).

Há registros de que a primeira substância doce, ou adoçante, utilizada pelo homem tenha sido o mel, que mais tarde foi substituído pela sacarose, ou açúcar como é popularmente conhecida, proveniente da cana de açúcar e da beterraba (WEIHRAUCH e DEIHL, 2004).

Os primeiros edulcorantes artificiais sintetizados e usados pela indústria de alimentos foram a sacarina, o ciclamato e o aspartame, que podem com isso ser referidos como “primeira geração de edulcorantes”. Esta foi seguida pela “nova geração de edulcorantes” ou “segunda geração de edulcorantes” que é representada pelo acessulfame-K, sucralose, alitame e neotame (LINDLEY, 1999).

Os adoçantes permitidos para uso em alimentos e bebidas dietéticas são vários, tais como aspartame, ciclamato, sacarina, sucralose, estévia, entre outros. Todavia, cada um possui características específicas de intensidade e

persistência do gosto doce e presença ou não de gosto residual. Esses fatores são determinantes na aceitação, preferência e escolha por parte dos consumidores (BATTOCHIO, 2007).

Os edulcorantes são utilizados como substitutos da sacarose pela indústria de alimentos, ou mesmo domesticamente, pelos consumidores, no preparo de alimentos e bebidas *diet* ou *light*, pois alguns, por não serem metabolizados no organismo, não fornecem calorias; e outros, ainda que energéticos, por serem utilizados em quantidades mínimas, garantem um aporte calórico insignificante (VERMUNT, SCHAAFSMA e KARDINAAL, 2003).

O consumo de edulcorantes vem aumentando nos últimos tempos, devido ao interesse e preocupação da população em se servir de alimentos menos calóricos e/ou isentos de açúcares (CARDELLO e DAMÁSIO, 1997).

Os edulcorantes permitidos pela legislação brasileira (Resolução RDC<sup>1</sup> nº 3, ANVISA, 2001) para adição em alimentos são divididos em dois grandes grupos: edulcorantes naturais, os quais compreendem o sorbitol, manitol, isomaltose, esteviosídeo, maltitol, e xilitol; e edulcorantes artificiais, sendo eles: acessulfame K, ciclamato monossódico, sacarina sódica, aspartame e sucralose. Recentemente, foram liberados para uso no Brasil, os edulcorantes neotame, taumatina e eritritol (ANVISA, 2008).

Um edulcorante ideal deve apresentar algumas características como: a) ter poder adoçante igual ou superior ao da sacarose; b) ser inodoro; c) ser solúvel em água; d) ter estabilidade química e térmica; e) apresentar perfil de sabor e propriedades funcionais semelhantes ao da sacarose; f) ser atóxico; g) ser isento de calorias ou contribuir com menos que 2 kcal/g no alimento, h) ser não cariogênico, dentre outras. Porém, não existe substância que atenda a todas estas exigências. Desta forma, é interessante optar-se por combinações de edulcorantes para que limitações individuais sejam vencidas e, com isso, produtos possam ser formulados com propriedades de sabor melhores, maior vida de prateleira e baixo custo (BAKAL, 2001).

---

<sup>1</sup> RDC – Resolução Diretoria Colegiado

### 2.1.1 Sucralose

A sucralose (1,6 dicloro-didesoxi- $\beta$ -D-frutofuranosil-4-cloro-4-deoxi-alfa-D-galactopiranosídeo, Figura 1), é um edulcorante de alta intensidade, apresenta-se sob a forma de um pó branco cristalino, não energético, não cariogênico, obtido pela cloração da molécula de sacarose nas posições 1', 4' e 6'. A cloração seletiva da sacarose provoca mudanças no seu poder edulcorante, resultando em uma substância 600 vezes mais doce, com perfil sensorial muito semelhante ao da sacarose, sendo possível a detecção de diferença quando a sucralose está em alta concentração (GOLDSMITH e MERKEL, 2001).

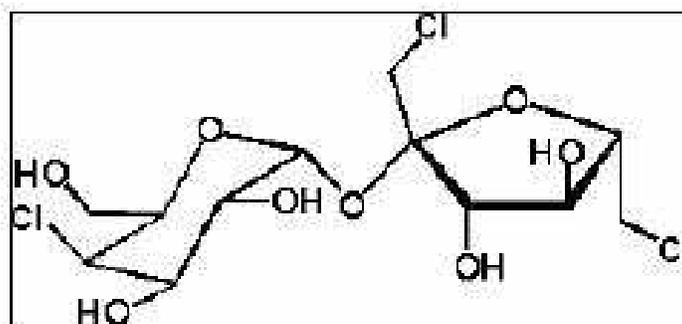


Figura 1. Estrutura química da sucralose  
Fonte: Cândido e Campos (1996)

Algumas propriedades da sucralose, como: alta solubilidade em água e etanol, estabilidade em temperaturas elevadas e em ampla faixa de pH, boa resistência à hidrólise enzimática, a tornam um edulcorante de alta qualidade, o que permite sua aplicação em grande variedade de alimentos (produtos de panificação, pudins, gelatinas, gomas de mascar e outros) e bebidas (cafés, chás, leites aromatizados e fermentados e outros) (GOLDSMITH e MERKEL, 2001).

Barndt e Jackson (1990) testaram a estabilidade térmica da sucralose na presença de ingredientes típicos de panificação. Eles prepararam os produtos com  $^{14}\text{C}$ -sucralose e, então, extraíram os materiais radioativos para caracterização. Bolo, biscoitos doces e biscoitos tipo *cracker* foram testados para avaliar uma ampla gama de ingredientes e processos térmicos usados na indústria de panificação. A sucralose foi isolada e avaliada por cromatografia em camada

delgada. Os resultados demonstraram que 100% do material radioativo foram recuperados de cada produto processado. Foram feitas análises em duplicata, que mostraram que não houve perda de sucralose durante o assamento e nenhum outro composto foi formado, indicando, assim, a completa estabilidade da sucralose em aplicação comercial.

O FDA<sup>2</sup> permitiu o uso da sucralose em alimentos, como um edulcorante não-nutritivo, através do Registro Federal de 03 de abril de 1998 (volume 63, número 64), garantindo, assim, sua segurança toxicológica (FDA, 1998). A ingestão diária aceitável (IDA) de 5,0 mg/kg de peso corpóreo/dia de sucralose foi determinada pelo FDA, através do Registro Federal de 12 de agosto de 1999 (volume 64, número 155) (FDA, 1999).

Dados os aspectos tecnológicos da sucralose, seu amplo uso na substituição do açúcar e a detecção de sua segurança toxicológica, este edulcorante teve seu uso aprovado no Brasil através da Portaria nº 318 de 24 de novembro de 1995 (BRASIL, 1995). Esta Portaria foi revogada pela Resolução RDC nº 3 de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001), estabelecendo limite máximo para o uso de sucralose de 0,045 g / 100 g ou 100 mL do produto adicionado.

A sucralose é o único adoçante que não apresentou se quer um efeito adverso à saúde de animais de experimentação e humanos. Os testes de toxicidade, teratogenicidade e cariogenicidade foram favoráveis à substância, garantindo a sua segurança para o consumo (GOLDSMITH e MERKEL, 2001).

## **2.2 Substitutos da sacarose em bolos**

Os edulcorantes artificiais (não carboidratos), por fornecerem doçura muito intensa, chegando a ser 300 - 600 vezes mais doce que a sacarose, são utilizados em pequenas quantidades como substitutos da sacarose provocando redução no volume de ingredientes da preparação, inclusive em bolo. O bolo resultante dessa substituição é achatado, pastoso e rijo. A sacarose confere ao bolo mais do que simplesmente doçura e volume. A maciez é conferida conforme

---

<sup>2</sup> Food and Drug Administration

as temperaturas de gelatinização do amido e de coagulação das proteínas são atingidas, havendo tempo suficiente para que os gases expelidos expandam a estrutura, melhorando, então, o volume e a textura (NEVILLE e SETSER, 1986).

### 2.2.1. Agentes de Corpo

A polidextrose é um polímero da glicose, hidrossolúvel, levemente ácido e não contribui com doçura ou sabor. Foi desenvolvida para fornecer volume e textura, substituindo parcialmente a gordura e totalmente a sacarose. O comportamento da polidextrose é similar ao da sacarose no atraso da gelatinização do amido, quando aquecido. A sacarose fornece 4 kcal/g e a gordura, 9 kcal/g, mas a polidextrose, como é parcialmente metabolizada pelo organismo humano, fornece apenas 1 kcal/g (NEVILLE e SETSER, 1986; PONG *et al.*, 1991; ATTIA *et al.*, 1993).

A polidextrose é, ainda, um ingrediente altamente funcional. Apresenta propriedade prebiótica, contendo 90% de fibra, além de baixo índice glicêmico (IG). O IG é uma medida, variando de 0 a 100, que indica se um determinado alimento aumenta os níveis de glicose sanguíneos levemente (IG baixo < 55), moderadamente (IG moderado Y 55-70) ou dramaticamente (IG alto > 70) (THOMSON, 2004).

Jie *et al.* (2000) estudaram os efeitos fisiológicos em indivíduos chineses devido à ingestão de 4, 8 e 12 g de polidextrose diariamente e concluíram que esta ingestão proporcionou efeitos similares aos de uma fibra dietética, sem problemas laxativos.

Devido a esta característica da polidextrose, a ANVISA determinou, através da Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998, que deve constar a informação "Este produto pode ter efeito laxativo" nos rótulos de alimentos cuja previsão razoável de consumo resulte na ingestão diária superior a 90 g de polidextrose (ANVISA, 1998).

Ainda, para melhor apelo visual, a polidextrose pode produzir a reação de Maillard, provocando o escurecimento característico em produtos de panificação assados (THOMSON, 2004).

Polióis são alcoóis derivados da hidrogenação catalítica de seus respectivos açúcares redutores. O maltitol cristalino de alta pureza tem um dulçor de 85-95% da sacarose, proporcionando maior poder edulcorante que os outros polióis, exceto o xilitol (MOSKOWITZ, 1983). Sua contribuição calórica é de apenas 2,4 kcal/g, e de baixo índice glicêmico (IG) (THOMSON, 2004).

As aplicações do maltitol incluem produtos isentos de sacarose (*sugar free*), chocolates, gomas de mascar, produtos de panificação sem adição de sacarose e sorvetes (KUMMEL e BROKX, 2001).

O maltitol é não-higroscópico, termoestável, de sabor similar à sacarose, de ação refrescante, podendo ser utilizado como substituto de gordura e açúcar, como melhorador de cremosidade (ZUMBÉ, 2001; PALATINIT, 2003; URBANSKI, 2003);

Com índices glicêmicos variando de 4 a 7, ambos os ingredientes, povidexose e maltitol, têm impacto mínimo nos níveis de glicose sanguínea e na demanda de insulina e podem ser utilizados para substituir carboidratos com IG altos, tais como farinhas, açúcares e amidos (THOMSON, 2004).

O maltitol possui doçura equivalente a 0,35 vezes a da sacarose. Desta forma, quando utilizado sozinho na substituição do açúcar ou em combinação com a povidexose (que não apresenta doçura), deve ser combinado, também, com edulcorantes de alta intensidade, a fim de atingir níveis de doçura satisfatórios (OLINGER e VELASCO, 1996).

### **2.3 Análise Sensorial**

A análise sensorial foi definida, em 1975, pela Divisão de Avaliação Sensorial do Institute of Food Technologists, como: “Avaliação sensorial é uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações características de alimentos e materiais percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição” (STONE e SDIEL, 1993).

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).

Dentre os métodos de análise sensorial, estão: Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), a Análise de Tempo-Intensidade e Análise de Aceitação.

A **Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)** permite traçar o perfil sensorial de produtos avaliados e, quando é associada ao estudo afetivo de consumidor, permite chegar a conclusões de extrema importância, como, por exemplo, saber quais as características sensoriais, em que intensidade está presente nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores e, ainda verificar em que produtos concorrentes diferem sensorialmente entre si. Desta forma, se desejável, é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou colocados em um produto para que ele possa superar seu concorrente ou, no caso de um produto *light* ou *diet*, para que ele possa assemelhar-se ao original. Portanto a ADQ é uma ferramenta de extrema importância para a garantia e o controle da qualidade de produtos alimentícios (STONE e SIDEL, 1993).

A análise de **Tempo-Intensidade** é um teste sensorial que está apontando grandes vantagens em sua utilização, sendo que a principal dificuldade em sua utilização era a coleta de dados, mas com o avanço da informática isso foi minimizado. Esse teste foi definido por Amerine *et al.*, (1965) como a medida da velocidade de duração e intensidades percebidas por um estímulo único.

A avaliação sensorial através da metodologia tempo-intensidade é prolongamento da análise sensorial clássica através de escalas, provida de informações temporais sobre a sensação percebida (CLIFF e HEYMANN, 1993).

Bolini-Cardello (1996) e Bolini-Cardello *et al.* (1999) estudaram a caracterização sensorial de edulcorantes aspartame, extrato de folhas de estévia e mistura ciclamato/sacarina 2:1, através da análise de Tempo-Intensidade. Os edulcorantes foram estudados nos níveis de doçura equivalentes à sacarose em soluções a 3, 10, 20 e 30%. Os autores constataram que o aspartame teve seu comportamento temporal modificado com o aumento da concentração, pois foi verificado que, em doçura equivalente à solução de sacarose (SSAC) a 3%, não

foi registrado gosto amargo, enquanto que em SSAC a 10% houve esta característica, que aumentou, quanto à intensidade e ao tempo de duração, com o aumento da concentração. As características temporais de doçura do aspartame também foram modificadas pelo aumento da concentração, através do aumento da área total sob a curva tempo-intensidade e o tempo total de duração do estímulo. Para extrato de folhas de estévia e mistura ciclamato/sacarina 2:1, os autores observaram que suas características temporais para doçura e amargor foram intensificadas com o aumento da concentração. Sendo possível perceber através do estudo a eficiência do teste utilizado.

A **Análise de Aceitação** é uma metodologia valiosa e necessária para todo o programa de avaliação sensorial. O hedonismo representa um componente substancial da resposta humana aos alimentos e seus estímulos. O hedonismo lida com o “gostar” e “desgostar” e envolve uma grande variedade de comportamentos, tais como: escolha entre dois ou mais produtos, escalas de aceitação de produtos, frequência de consumo e intenção de compra (MOSKOWITZ, 1983).

A análise de aceitação mede quanto uma pessoa gosta ou não de um determinado produto ou sua preferência. Preferência é a expressão do apelo de um produto em relação a outro. A preferência pode ser medida diretamente, através da comparação entre dois ou mais produtos entre si. Sua medida indireta pode ser alcançada verificando-se qual o produto alcançou maiores notas sensoriais (preferido) em relação a outro, em um teste com várias amostras, ou qual o produto obteve escolha por um maior número de pessoas em relação a outro, significativamente (STONE e SIDEL, 1993).

Dessa forma, para ser mais eficiente, a avaliação sensorial deve enfatizar a medida de aceitação de um produto em meio a vários outros e, a partir dos dados gerados, determinarem a preferência.

## Referências

AKTAY, A.N.; LEE, P.C.; KUMAR, V.; PARTON, E.; WYATT, D.T.; WERLIN, S.L. The prevalence and clinical characteristics of celiac disease in juvenile diabetes in Wisconsin. **J Pediatr Gastroenterol Nutr** 2001;33:462-5.

AMERINE, M.A.; PAGBORN, R.N.; POESSLER, E.B. Principles of sensory evaluation of food. New York: **Academic Press**, 1965, 620 p.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA Resolução para aprovar o Regulamento Técnico que aprova o uso de Aditivos Edulcorantes, Estabelecendo seus Limites Máximos para os Alimentos (**Resolução – RDC nº 3**, de 02/01/2001).

\_\_\_\_\_ - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA Resolução para aprovar o Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos (**Resolução – RDC nº 18**, de 24/03/2008).

ASCHER, H. Coeliac disease and type 1 diabetes: an affair still with much hidden behind the well. **Acta Paediatr** 2001;90:1217-25.

ASHABANI, A.; ABUSHOFA, U.; ABUSREWILL, S.; ABDELAREZ, M.; TUCKOVA, L.; TLASKALOVA-HOGENOVA, H. The prevalence of celiac disease in Libyan children with type 1 diabetes mellitus. **Diabetes/Metab Res Rev** 2003;19:69-75.

AURICCHIO S.; TRONCONE R. History of coeliac disease. **Eur J Pediatr**,155:427, 1996.

ATTIA, E.A.; SHEHATA, H.A.; ASKAR, A. An Alternative Formula for the Sweetening of Reduced-Calorie Cakes. **Food Chemistry**, v. 48, nº 2, 1993, p. 169-172.

BAKAL, A.I. Mixed sweetener functionality. In: **Alternative Sweeteners**. Third edition, revised and expanded. Edited by Lyn O'Brien Nabors. 2001.

BAPTISTA, M.L.; KODA, Y.K.L.; MITSUNORI, R.; IOSHII, S.O. Prevalence of celiac disease in Brazilian children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. **J Pediatr Gastroenterol. Nutr** 2005;41:621-24.

BARERA, G.; BONFANTI, R.; VISCARDI, M. Occurrence of celiac disease after onset of type 1 diabetes: a 6-year prospective longitudinal study. **Pediatrics** 2002;109:833-8

BARNDT, R.L.; JACKSON, G. Stability of Sucralose in Baked Goods. **Food Technology**. v. 44, no 1, 1990, p. 62-66.

BARTOSHUK, L.M. Sweetness: history, preference and genetic variability. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 11, Nov., 1991, p. 108-113.

BATTOCHIO, J,R. BOLO DE LINHAÇA *DIET*: DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO, DETERMINAÇÃO DO PERFIL SENSORIAL E ESTUDOS DE CONSUMIDOR, **Dissertação de Mestrado**, UNICAMP, 2007. 88p.

BERGE-HENEGOUWEN, G.P.; MULDER, C.J.J. Pioneer in the gluten free diet: Wille-Karel Dicke 1905-1962, over 50 years of gluten free diet. **Gut.**, v.34, 1993, p.1473.

BEVAN, S.; POPAT, S.; HOULSTON, R.S. Relative power of linkage and transmission disequilibrium test strategies to detect non-HLA linked coeliac disease susceptibility. **Gut.**, v. 45 1999; p. 668-71

BOLINI-CARDELLO, H.M.A. Caracterização Sensorial de Aspartame, Ciclamato / Sacarina 2:1 e Extrato de Folhas de Estévia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): Equivalências em Doçura, Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade. **Tese de Doutorado** - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 1996.

BOLINI-CARDELLO, H.M.A.; DA SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H. Análise tempo- intensidade dos estímulos doce e amargo de extrato de folhas de estévia [Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni] em doçura equivalente a sacarose em solução a 10%. Em: ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.; SILVA, M.A.A.P. **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999, p. 199 - 212.

BOUDRAA, G.; HACHELAF, W.; BENBOUABDELLAH, M.; BELKADI, M.; BENMANSOUR, F.Z.; TOUHAMI, M. Prevalence of celiac disease in diabetic children and their first-degree relatives in West Algeria: screening with serological markers. **Acta Paediatr** 1996;412(Suppl):58-60.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria no. 318 de 24 de novembro de 1995. Aprova o uso de Sucralose com a função de edulcorante em alimentos e bebidas dietéticas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, no. 227, 28 nov. 1995, p.194061

CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo; Livraria Varela, 1995.

CARDELLO, H.M.A.B.; DAMÁSIO, M.H. Edulcorantes e suas características. Revisão. **Boletim SBCTA**. v. 31, n. 2, jul-dez, 1997, p. 241-248.

CATASSI, C.; RATSCH, I.M.; FABIANI, E.; Rossini, M.; BORDICCHIA, F.; CANDELA, F. Coeliac disease in the year 2000: exploring the iceberg. **Lancet**. 1994;343(8891):200-3.

CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. **Food Research International**. v.26, 1993, p.375-85.

FARREL R.J.; KELLY C.P. Celiac Sprue. **N Engl J Med.**, v.346, 2002, p.180-8.

FASANO, A.; BERTI, I.; GARARDUZI, T. Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States. **J Pediatr Gastroenterol Nutr**, v.163, 2003, p.286-92.

FASANO, A.; CATASSI, C. Coeliac disease in children. **Best Pract Res Clin Gastroenterol** 2005;19;467-78.

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption; Sucralose. 21CFR172.64. **US Food and Drug Administration**. Rockville, MD, 1998.

\_\_\_\_\_ Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption; Sucralose. 21CFR172.63. **US Food and Drug Administration.** Rockville, MD, 1999.

FERGUSON, A.; KINGSTONE K. Coeliac disease and malignancies. **Acta Paediatr** 1996;412(Suppl):78-81.

GILLETT, P.M.; GILLETT, H.R.; ISRAEL, D.M.; METZGER, D.L.; STEWARD, L.; CHANOINE, J.P. High prevalence of celiac disease in patients with type 1 diabetes detected by antibodies to endomysium and tissue transglutaminase. **Can J Gastroenterol** 2001;15:297-301.

GOLDSMITH, L.A.; MERKEL, C.M. Sucralose. In: **Alternative Sweeteners.** Third edition, revised and expanded. Edited by Lyn O'Brien Nabors. 2001.

GUEVARA, G.P. Enfermedad celíaca. **Rev Chil Pediatr.** 2002; 73(4):394-7.

HANSEN, D.; BENNEDBAEK, F.N.; HANSEN, L.K.; HOIER-MADSEN M.; HEGEDU, L.S.; JACOBSEN, B.B. High prevalence of celiac disease in Danish children with type I diabetes mellitus. **Acta Paediatr** 2001;90:1238-43.

HILL, I.D.; BHATNAGAR, S.; CAMERON, D.J.; DE ROSA, S.; MÄKI, M.; RUSSELL, G.J. Celiac disease: Working Group Report of the First World Congress of Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. **J Pediatr Gastroenterol Nutr**,;v.35, n.2, 2002, p.78-88.

HOLMES, G.K.T. Non-malignant complications of celiac disease. **Acta Paediatr** 1996;412(Suppl):68-7.

HOLMES, G.K.T. Coeliac disease and type 1 diabetes mellitus – the case for screening. **Diabet Med** 2001;18:169-77.

JIE, Z.; BANG-YAO, L.; MING-JIE, X.; HAI-WEI, L.; ZU-KANG, Z.; TING-SONG, W.; CRAIG, S.A. Studies on the Effects of Polydextrose Intake on Physiologic Functions in Chinese People. **Am J Clin Nutr.** v. 72, no 6, p. 1503 - 1509.

KAUKINEN, K.; COLLIN, P.; MYKKANEN, A.H.; PARTANEN, J.; MAKI, M.; JORMA, S. Celiac disease and autoimmune endocrinologic disorders. **Dig Dis Sci**; v.44: 1999, p.1428-33.

KING, A.L.; CICLITIRA, P.J. Celiac Disease: strongly heritable, oligogenic, but genetically complex. **Molecular Genetics and Metabolism.**, v.71, 2000, p. 70-75.

KOLETZKO, S.; BURGIN-WOLFF, A.; KOLETZKO, B.; KNAP, M.; BURGER, W.; GRUNEKLEE, D. Prevalence of celiac disease in diabetic children and adolescents. **Eur J Pediatr** 1988;148:113-7.

KOTZE, L.M.S. Distúrbios entéricos da absorção. In: **Dani R. Gastroenterologia essencial**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan; 1998. p.211-24.

KUMMEL, K.F.; BROKX, S. Lactitol as a Functional Prebiotic. **Cereal Foods World**. v. 46, no 9, 2001, p. 424-429.

LANDABURO, R.V.; PÉREZ, F.S. Celiaquía: nuevos rostros de una antigua enfermedad. **Medicentro** 2002;6(2).

LINDLEY, M.G. *New developments in low-calorie sweeteners*. **World Rev Nutr Diet** 1999; 85: 3-9

LOULKA, A.S.; SOLLID, L.M. HLA in coeliac disease: unraveling the complex genetics of a complex disorder. **Tissue Antigens**, v.61, n.2, 2003, p.105.

MORAIS, M.B.; SDEPANIAN, V.L.; F. NETO, U. Doença Celíaca. **Nutr Pauta**. 2001; 51:30-4.

MOSKOWITZ, H.R. Product testing and sensory evaluation of foods. Westport: **Food & Nutrition Press**, 1983. 605 p.

NEVILLE, N.E.; SETSER, C.S. Textural optimization of reduced-calorie layer cakes using response surface methodology. **Cereal Foods World**, v.31, nº 10, p.744, 1986.

OLINGER, P.M.; VELASCO, V.S. Opportunities and Advantages of Sugar Replacement. **Cereal Foods World**. v. 41, no 3, 1996, p. 110 - 117.

PALATINIT. *Isomalt: dados, fatos e vantagens*. Barueri, 2003. 11p. **[Especificação Técnica]**.

PIGGOTT, J.R. Design questions in sensory and consumer science. **Food Qual. Pref.**, v. 6, nº 4, 1995, p. 217-20.

PONG, L.; JOHNSON, J.M.; BARBEAU, W.E.; STEWART, D.L. Evaluation of Alternative Fat and Sweetener Systems in Cupcakes. **Cereal Chemistry**. v. 68, no 5, 1991, p. 552 - 555.

ROESSLER, J.L.; RÍOS, G.M.; ALARCÓN, T.O.; BERGENFREID, C.O; MOUDRAGÓN, A.O; ARAYA, M.Q. Enfermedad celíaca en el adolescente y adulto joven. Un desafío para gastroenterólogos de niños y adultos. **Rev. Méd Chile**. 2001; v.129, nº 7 p.743-8.

ROMALDINI, C.C.; BARBIERI, D. Anticorpos séricos na doença celíaca. **Arq Gastroenterol**. 1999; v.36, nº 4, p. 258-64.

SANTOS, C.H.S.; ALMEIDA, I.L.B.; GOMES, M.D.C.; SERAFIM, A; PEREIRA, M.M.; MUSZKAT, M. Calcificação intracraniana occipital bilateral, epilepsia e doença celíaca. **Arq Neuro-Psiquiatr**. 2002; v.60, nº 3-B, p.840-3.

SCHOBER, E.; BITTMANN, B.; GRANDITSCH, G.; HUBER, W.D.; HUPPE, A.; JAGER, A. Screening by anti-endomysium antibody for celiac disease in diabetic children and adolescents in Austria. **J Pediatr Gastroenterol Nutr**. 2000;30:391-6.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; F NETO U. Doença celíaca:a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição até os dias atuais. **Arq Gastroenterol**.1999; 36(4):244-57.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; F NETO U. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil. **J Pediatr**. 2001; 77(2):131-8.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Sensory evaluation: practices. 2nd ed. London: **Academic Press**, 1993. 337 p.

TOSCANO, V.; CONTI, F.G.; ANASTASI, E.; MARIANI, P.; TIBERTI, C.; POGGI, M. Importance of gluten in the induction of endocrine auto antibodies and organ dysfunction in adolescent celiac patients. **Am J Gastroenterol** 2000;95:1742-8.

THOMSON, P. Low-Impact Carbohydrates in Bakery Applications. **Cereal Foods World**. v.49, n<sup>o</sup> 5, 2004, p. 270-273.

URBANSKI, J.J. Sugar free chocolate coatings. *Manuf. Confect.*, **Glen Rock**, v.83, n.6, p.61-67, 2003.

VENTURA A. Coeliac disease and autoimmunity. In: Lohiniemi S, Collin P, Mäki M, eds. Changing features of coeliac disease. **Tampere**: s.n., 1999, p. 67-72.

VERMUNT, S.H.F.; PASMEN, W.J.; SCHAAFSMA, G.; KARDINAAL, A.F.M. Effects of sugar intake on body weight: a review. **Obesity Reviews**, v. 2, n. 4, p. 91-99, 2003.

WEIHRAUCH, M.R.; DIEHL, V. *Artificial sweeteners – Do they bear a carcinogenic risk?* **Annals of Oncology** 15: 1460-1465, 2004

ZUMBÉ, A.; LEE, A.; STOREY, D. Polyols in confectionery: the route to sugar-free, reduced sugar and reduced calorie confectionery. **Br. J. Nutr.**, Wallingford, v.85, suppl.1, p.S31-S45, 2001.

**ARTIGO 1:** Submissão prevista para Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, PR

**BOLO DE CENOURA COM E SEM GLÚTEN: DESENVOLVIMENTO DA  
FORMULAÇÃO E ACEITAÇÃO DO PRODUTO  
CARROT CAKE WITH AND WITHOUT GLUTEN: DEVELOPMENT OF  
FORMULAS AND ACCEPTANCE OF PRODUCT**

**RESUMO:** As mudanças no processamento e a crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem, além da alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, fazem surgir a necessidade de novos ingredientes que possam atender a estas exigências do mercado. O presente trabalho teve como objetivo comparar a aceitação de diferentes formulações de bolo de cenoura sem glúten com óleo de milho e, com glúten e óleo de milho e palma por consumidores; determinar a composição nutricional dos mesmos bem como a intenção de compra. As formulações de bolo de cenoura isentos de glúten (BIG) foram compostos por dois mix isentos de glúten (MIX-1 e MIX +1) o bolo de cenoura com glúten e óleo de milho (BGOM) considerado como padrão e bolo de cenoura com glúten e óleo de palma (BGOP) que foram preparados com duas diferentes proporções de óleo de palma (80 e 100g). As preparações foram avaliadas quanto ao seu valor nutricional, preferência e intenção de compra. Os bolos das formulações BIG MIX-1 e BGOP 80g apresentaram valor nutricional, preferência e intenção de compra comparáveis ao da formulação padrão. Portanto, o MIX-1 e o óleo de palma podem ser utilizados como ingredientes para formular bolo de cenoura, fornecendo produtos com características que atendem às exigências do mercado consumidor.

**Palavras-chave:** cenoura, glúten, gordura *trans*.

**ABSTRACT:** The changes in the processing and the consumer's growing demand for foods that present, besides the high sensorial and nutritional quality, benefits associated to the health, they want new ingredients that can assist their needs and also the market's demand. The present project had as its objective the comparison in the acceptance of different formulations of carrot cake without gluten with wheat germ oil and with gluten and wheat germ oil and Palm for consumers; to identify the nutritional composition of these ones as well as the purchase intention. The obtained cakes with the formulations of BIG, BGOM and BGOP, were appraised in their chemical and physical properties, preference and purchase intention. The cakes with the formula BIG MIX-1 and BGOP 80g presented chemical properties, physics, preference and purchase intention comparable to the ones of the pattern formula. Therefore, MIX-1 and the oil of Palm can be used as ingredients to formulate carrot cake, supplying products with characteristics that assist the demands of the market.

**Keywords:** carrot, gluten, fat *trans*.

## 1 INTRODUÇÃO

Entre os produtos de panificação, o bolo vem adquirindo crescente importância no que se refere ao consumo e à comercialização no Brasil, principalmente, devido ao desenvolvimento técnico que possibilitou mudanças nas indústrias que passaram da pequena à grande escala (LEITÃO *et al.*, 1984). Uma alternativa para a diversificação dos bolos é a incorporação de produtos agrícolas com fontes importantes de princípios nutritivos e compostos naturais, como é o caso da cenoura: alimento fonte de vitaminas (A, C e E) antioxidantes, compostos fenólicos e carotenos (GARDNER *et al.*, 2000) que, além de possuir grande quantidade de compostos de interesse alimentar como fibras, carotenóides e sais minerais, possuem grande disponibilidade da matéria-prima a baixo custo (EMBRAPA, 2005). Os bolos possuem grande aceitação pelo mercado consumidor devido às suas características reológicas: produtos leves e facilmente mastigáveis; apresentam textura porosa que facilita a digestão e são normalmente muito saborosos (LEITÃO *et al.*, 1984).

O glúten é uma proteína encontrada na semente de muitos cereais, sendo composto por gliadina e glutenina. É ele o responsável pela característica viscosa e adesiva observada em pães e bolos, sendo definida quimicamente como uma proteína complexa, não eliminada por processos de cocção, podendo ser principalmente encontrada no trigo, na aveia, na cevada e no centeio (ACELBRA, 2008).

A prática do consumo de uma dieta isenta de glúten não se constitui uma tarefa de fácil execução, pois habitualmente as pessoas consomem pães, bolos, biscoitos, pizzas e macarrão que são comumente preparados com farinha de trigo (LÓPEZ, 2004). Isso vem ressaltar a importância da inserção de novos produtos no mercado que atendam as necessidades de portadores de patologias específicas, como é o caso de Doença Celíaca (DC) uma doença gastroenterológica em que há intolerância permanente ao glúten (AGA, 2001). E também atender a um público que busca benefícios à saúde a partir de mudanças em seus hábitos alimentares.

A gordura *trans* é ingrediente de boa parte dos alimentos industrializados. Está nos biscoitos, sorvetes, margarinas, requeijões, frituras, salgadinhos e até nas misturas para bolos devido ao uso de gordura hidrogenada (WESTIN, 2008).

Muller *et al.* (2001) sugerem a substituição dos óleos hidrogenados pelo óleo de palma nos produtos alimentícios. Segundo estes autores, o óleo de palma, ao contrário do óleo de soja ou de outro óleo vegetal insaturado, não necessita de hidrogenação para atingir a consistência semelhante à da margarina, tornando-o isento de ácidos graxos *trans*.

O óleo de palma é extraído da polpa do fruto da palmeira oleaginosa, por métodos físicos (prensagem mecânica) sem uso de solventes ou outras substâncias químicas. Seu refino é feito de forma natural (fisicamente). Apenas produtos naturais são usados no seu processamento (ácido cítrico e terra não ativada) (ABOÍSSA, 2008).

Devido à presença de antioxidantes naturais (tocotrienóis) e seu baixo teor de ácido linoléico este óleo é altamente estável a oxidação. Seu estado semi-sólido a temperatura ambiente ou em alguns casos com separação de fases se deve a sua composição peculiar de ácidos graxos com cerca de 50% de ácidos graxos saturados, 40% de mono-insaturados e 10% poliinsaturados. E por não ser submetido a processos de hidrogenação artificial é livre de ácidos graxos *trans* (AGROPALMA, 2008).

As mudanças no processamento e a crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem, além da alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, fazem surgir à necessidade de novos ingredientes que possam atender a estas exigências do mercado (IDRIS, 2006).

A ferramenta que auxilia na avaliação da aceitação de novos produtos pelos consumidores é a Análise Sensorial, que vem sendo utilizada com eficácia para determinar quais atributos são mais ou menos apreciados, identificam diferenças e similaridades entre produtos e ainda associar estudos descritivos e afetivos para conhecer o perfil sensorial melhor aceito pelo consumidor (BATTOCHIO JR., 2007).

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa foi comparar a aceitação de diferentes formulações de bolo de cenoura com e sem glúten, e com glúten e óleo de palma por consumidores; determinando a composição nutricional dos mesmos bem como a intenção de compra.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Para dar início à coleta de dados, o projeto obteve aprovação do Comitê Permanente de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Maringá (Cesumar), nº do processo 215/2008, onde todos os participantes da pesquisa foram informados detalhadamente sobre os procedimentos e voluntariamente participaram do estudo, assinando um Termo de Consentimento Livre de Esclarecido.

Posteriormente, realizou-se pré-testes com formulações de bolo de cenoura contendo e não contendo glúten e óleo de palma para definição das formulações que seriam utilizadas na análise sensorial.

### **2.1 Formulações para: Bolo de Cenoura Isento de Glúten (BIG), Bolo de Cenoura com Glúten e Óleo de Milho (BGOM) e Bolo de Cenoura com Glúten e Óleo de Palma (BGOP).**

Para a realização da análise sensorial foram produzidas cinco formulações distintas de bolo de cenoura, sendo duas para o bolo de cenoura isento de glúten (BIG), obtendo então o (BIG) MIX-1 e (BIG) MIX+1; uma para o bolo de cenoura com glúten (farinha de trigo) e óleo de milho (BGOM) tido esse como padrão de referência para as demais formulações e ainda duas para bolo com glúten (farinha de trigo) e óleo de palma (BGOP), sendo a primeira com 100g de óleo palma (BGOP–100g) e a segunda com 80g de óleo de palma (BGOP–80g) que foram assim denominados por diferenciarem na quantidade de óleo de palma utilizada na formulação.

As formulações podem ser encontradas na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações do BGOM; BIG MIX-1 e MIX+1 e BGOP 80g e BGOP 100g

Ingredientes	Fórmula BGOM*	Fórmula BGOP* 100g	Fórmula BGOP* 80g	Fórmula BIG MIX+1*	Fórmula BIG MIX-1*
Ovos	110g	110g	110g	180g	240g
Óleo de Milho	100g	-	-	90g	60g
Óleo de Palma	-	100g	80g	-	-
Açúcar refinado	270g	270g	270g	240g	300g
Cenoura	250g	250g	250g	240g	300g
Farinha de Trigo	220g	220g	220g	-	-
MIX -1	-	-	-	-	150g
MIX+1	-	-	-	300g	-
Fermento em pó	21g	21g	21g	21g	21g

\* BGOM- bolo com glúten e óleo de milho,

BGOP 100g- bolo sem glúten e óleo de palma na proporção de 100g,

BGOP 80g- bolo sem glúten e óleo de palma na proporção de 80g,

BIG MIX +1 – bolo sem glúten com óleo de milho e mix +1 e

BIG MIX -1 - bolo sem glúten com óleo de milho e mix -1.

## 2.2 Preparação do BIG

Com o intuito de obter um bolo de cenoura sem glúten de boa aceitação pelos consumidores, foram realizados diversos pré-experimentos, a fim de se alcançarem características mais próximas à do bolo padrão (BGOM), em especial, o sabor, a cor, aroma e textura.

Para tanto foram padronizados dois mix de farinhas isentas de glúten que são encontrados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição dos mixes para os BIG: MIX-1 e MIX+1.

INGREDIENTES	MIX -1	MIX+1
Amido de Milho	100g	150g
Farinha de Arroz	400g	350g
Fécula de Batata	400g	350g
Fubá	100g	150g

Após determinadas às melhores formulações (Tabela 1), realizou-se a preparação dos bolos seguindo o procedimento de: cozinhar a cenoura com casca na panela de pressão com água em ebulição por 4 minutos após iniciar a pressão; depois desse tempo deixou-se na panela desligada até esfriar completamente (textura macia ao penetrar a faca, sem resistência). Depois de fria, retirou-se a

casca e juntou-a aos ovos e óleo que foram batidos no liquidificador por aproximadamente 2 a 3 minutos, até formar um líquido espesso.

Depois, em uma tigela plástica, foram misturados os ingredientes secos com a fase líquida,. Por último, adicionou-se o fermento em pó. O rendimento total da massa foi de 900g que foram distribuídos em 3 formas de bolo inglês em quantidades iguais a 300g. As formas tinham capacidade para 350mL, eram aluminizadas e descartáveis. As mesmas foram levadas ao forno a gás pré-aquecido por 10 minutos a 180°C e assados por aproximadamente 30 minutos. O forno foi desligado e o bolo retirado. Em seguida deixou-se esfriar completamente e depois foram armazenados em local fechado, a temperatura ambiente por 24 horas, para realização de posteriores testes sensoriais.

### **2.3 Preparação do BGOM e BGOP 80g e 100g**

Seguiram o mesmo processo de preparação mencionado no item 2.2 (preparo do bolo BIG), mudando somente o fato da cenoura nessas preparações ser utilizadas cruas e sem casca e o tempo de assamento também obteve uma redução de 2 minutos com relação as preparações anteriores.

### **2.4 Composição Nutricional**

Para o cálculo da informação nutricional, utilizaram-se as informações contidas nas embalagens das matérias-primas utilizadas, e a Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras (MEILGAARD, 1993).

### **2.5 Avaliação Sensorial**

Para a análise sensorial dos bolos de cenoura, foram realizados dois testes, o discriminativo (Teste triangular) e o afetivo (Aceitação por meio de Escala Hedônica de 9 pontos) (FERREIRA, 2000). Para isto foram confeccionadas duas fichas, uma para o teste triangular e outra para o teste afetivo, a mesma já

contendo uma escala de intenção de compra de cinco pontos. O local de realização dos testes sensoriais foi um Centro Universitário de Maringá - PR.

Foram realizados três testes triangulares, com 40 provadores para cada teste, totalizando 120 provadores, sendo a amostra padrão sempre a do bolo com glúten e óleo de milho (BGOM). O primeiro teste triangular foi entre o (BGOM) e bolo sem glúten (BIG) MIX+1. O segundo teste foi entre amostras de BGOM e bolo de cenoura com glúten e óleo de palma (BGOP-100g). E o terceiro e último teste triangular, foi entre (BGOM) e a formulação do BGOP diminuído da quantidade de óleo de palma para 80g. Devido à grande similaridade entre as amostras do BGOM e o (BIG MIX-1) não se realizou o teste triangular, uma vez que a finalidade desse é de apontar diferença entre as amostras .

Participaram do teste de aceitação 120 provadores dentre funcionários, estudantes e freqüentadores do Centro Universitário. O teste se deu de forma monádica para que uma amostra não interferisse na aceitação da outra. Foram ofertadas amostras de 25g, a ficha do teste sensorial e um copo com água em cabines individuais. Os atributos analisados foram aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global. Se fosse necessário, serviam-se mais uma amostra. Ainda na mesma ficha o provador assinalava a intenção de compra do produto que variava de certamente compraria a certamente não compraria.

## **2.6 Análises Estatísticas**

Os dados estatísticos foram tratados pelo *Statistical Systems Software* (SAS) Versão 6.0 de 2007. Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados do teste sensorial triangular foram analisados através do método qui-quadrado de forma qualitativa com 5% de significância conforme tabela da SBCTA, 2000 (BOUTRIF, 1991).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização Nutricional

A composição nutricional do BGOM; da formulação BGOP 80g e 100g e BIG contendo MIX-1 e MIX+1 encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Composição nutricional de uma fatia de 60 g do BGOM; da formulação BGOP 80g e 100g e BIG MIX-1 e MIX+1.

Composição nutricional	BGOM*	BGOP 100g*	BGOP 80g*	BIG MIX+1*	BIG MIX-1*
Valor energético (kcal)	202,10	202,10	190,31	180,31	206,87
Carboidrato (g)	30,84	30,84	30,84	44,01	57,59
Proteína (g)	2,90	2,90	2,90	2,65	2,48
Gorduras Totais (g)	7,54	7,54	6,21	5,52	7,22
G. Saturadas (g)	1,13	3,77	3,10	0,83	1,08
G. <i>Trans</i> (g)	-	-	-	-	-
G. Monosaturadas (g)	2,70	3,06	2,48	1,99	2,60
G. Polisaturadas (g)	3,71	0,71	0,63	2,7	3,54
Sódio (mg)	15,13	15,13	15,13	30,56	23,75
Fibra (g)	0,92	0,92	0,91	0,73	0,72
Vitamina A (mcg)	189,13	189,13	189,13	232,64	185,48

\* BGOM- bolo com glúten e óleo de milho,  
BGOP 100g- bolo sem glúten e óleo de palma na proporção de 100g,  
BGOP 80g- bolo sem glúten e óleo de palma na proporção de 80g,  
BIG MIX +1 – bolo sem glúten com óleo de milho e mix +1 e  
BIG MIX -1 - bolo sem glúten com óleo de milho e mix -1.

As formulações de BIG MIX-1 e MIX+1 forneceram bolos com concentrações maiores de carboidratos conforme pode ser visto na Tabela 3.

Com relação ao teor protéico, as formulações BIG apresentam valor diminuído comparado às outras formulações devido à substituição da farinha de trigo pelo MIX-1 e MIX+1. Entretanto, apesar do conteúdo protéico da formulação do BIG ter sido menor que o das outras formulações, segundo Boutrif (1991), não se pode afirmar que há perda nutricional, uma vez que a qualidade das proteínas

depende da sua constituição em aminoácidos e da capacidade destas de fornecê-los.

O teor lipídico das formulações de BGOP 80g e MIX+1 foram menores que o das outras formulações. Do ponto de vista calórico, esta redução no teor lipídico é vantajosa, uma vez que os lipídios fornecem cerca de 9 kcal/g enquanto proteínas e carboidratos fornecem em média 4 kcal/g. Entretanto, deve-se ressaltar que os lipídios são importantes para o metabolismo humano e, apenas em excesso, causam efeitos deletérios ao organismo. Contudo, o bolo que é considerado uma sobremesa, que não tem necessariamente o objetivo de fornecer nutrientes essenciais, um menor valor calórico é desejável (CAMPESTRE, 2008).

Com relação a gorduras saturadas, os BGOM, BIG MIX-1 e MIX+1 apresentaram valores menores que os BGOP 80g e 100g devido ao fato da substituição dos óleos nesse experimento, pois o óleo de palma possui em sua composição cerca de 50% de ácidos graxos saturados, 40% de mono-insaturados e 10% poliinsaturados. E por não ser submetido a processos de hidrogenação artificial é livre de ácidos graxos *trans* (IDRIS, 2006).

### **3.2 Testes Triangulares**

Como resultado do primeiro teste triangular entre duas amostras de BGOM e uma de BIG MIX+1, pode-se afirmar que houve diferença significativa a nível de 5% entre as amostras, pois 32 provadores acertaram a amostra diferente, sendo o  $f$  crítico de 19 acertos. O segundo teste foi realizado com duas amostras de BGOM e uma de BGOP 100g sendo possível dizer que houve diferença significativa a nível de 5% obtendo 22 acertos com um  $f$  crítico de 19 acertos. O terceiro teste foi realizado com o BGOM e BGOP 80g, porém com quantidade reduzida de óleo de palma, 15 provadores acertaram e 25 erraram, ou seja, é possível afirmar que não houve diferença significativa entre as amostras avaliadas com 99,9% de confiança pois, para 40 provadores, o número mínimo de acertos para diferença significativa é de 19 acertos.

### 3.3 Testes Afetivos

Por meio dos resultados da análise sensorial analisados por Tukey com nível de significância de 5% apresentados na Tabela 4 e Figura 1, observa-se que houve diferença significativa entre os bolos BGOP 80g, e BGOM em relação ao BGOP 100g, no atributo aparência. A diferença detectada está relacionada com a coloração, pois o mesmo é um óleo de cor amarelo-avermelhada. Sua coloração é uma característica determinada pelo alto teor de carotenóides (ZANDONADI, 2008).

Com relação ao atributo textura o BGOM apresentou preferência semelhante ao BGOP 80g, enquanto que o BGOP 100g foi menos apreciado.

Quanto ao aroma, o BGOP 80g e 100g foram mais apreciados que o BGOM, enquanto o BGOP 100g e BGOM não diferiram significativamente quanto ao aroma.

Com relação ao sabor e a aceitação global o BGOP 80g foi o mais apreciado diferenciando-se significativamente das outras formulações.

Tabela 4. Média das características obtidas para os tratamentos BGOM, BGOP 80g e BGOP 100g.

	BGOP 80g	BGOP 100g	BGOM
A. Global	7,69 <sup>a</sup>	6,60 <sup>b</sup>	6,45 <sup>b</sup>
Textura	7,77 <sup>a</sup>	6,33 <sup>b</sup>	6,76 <sup>ab</sup>
Aparência	7,44 <sup>a</sup>	6,95 <sup>b</sup>	7,18 <sup>a</sup>
Aroma	7,56 <sup>a</sup>	6,52 <sup>ab</sup>	6,26 <sup>b</sup>
Sabor	7,59 <sup>a</sup>	6,00 <sup>b</sup>	6,58 <sup>b</sup>

Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente quanto à aceitação ( $p < 0,05$ )

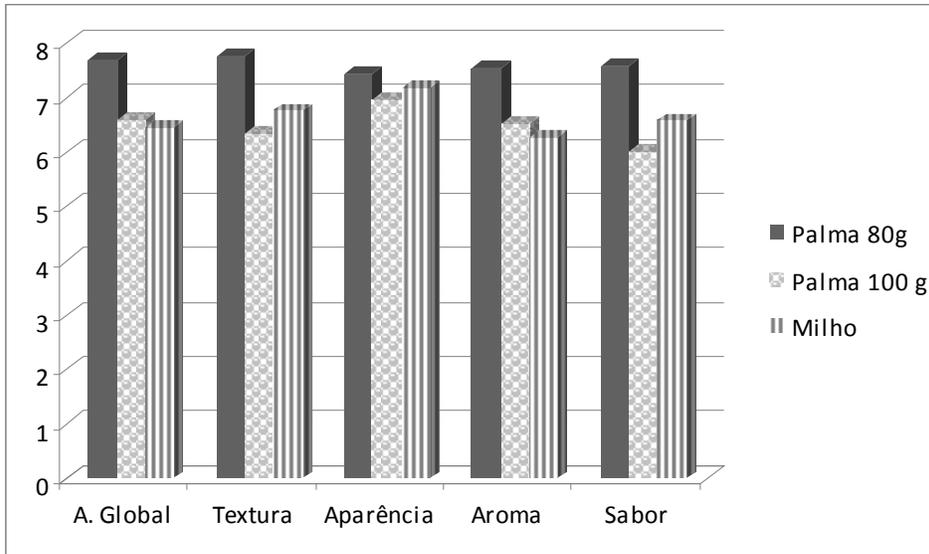


Figura 1. Características obtidas para os tratamentos BGOM, BGOP 80g e BGOP 100g.

Os resultados da análise sensorial demonstrados na Tabela 5 e Figura 2 evidenciam que houve diferença significativa entre todos os atributos das amostras BIG MIX-1 e BIG MIX+1, e que o BIG MIX-1 foi mais aceito pelos consumidores em comparação ao BIG MIX+1, sendo que tal fato pode estar associado à composição dos mix, lembrando que a maior quantidade de fubá no MIX+1 caracterizou um bolo com menor maciez e aspecto mais quebradiço, assemelhando-o ao bolo de fubá e não tanto ao bolo de cenoura.

Em comparação ao teste realizado por Zandonadi (2006) e Robertson (1998), que substituiu o glúten pelo *psyllium*, das seguintes preparações: pão, pizza, bolo, biscoito e macarrão, verificou-se a obtenção de bons resultados na análise sensorial, apresentando boa aceitação tanto para os portadores de DC quanto para os não portadores de DC, sendo que as preparações apresentaram redução no teor de lipídios e, conseqüentemente, no valor energético.

Tabela 5. Médias das características avaliadas obtidas para os tratamentos BIG MIX-1 e MIX+1.

	BIG MIX -1	BIG MIX+1
A. Global	7,55 <sup>a</sup>	5,75 <sup>b</sup>
Textura	7,80 <sup>a</sup>	5,30 <sup>b</sup>
Aparência	7,13 <sup>a</sup>	5,43 <sup>b</sup>
Aroma	7,05 <sup>a</sup>	5,35 <sup>b</sup>
Sabor	7,58 <sup>a</sup>	5,43 <sup>b</sup>

Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si quanto à aceitação pelo teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ )

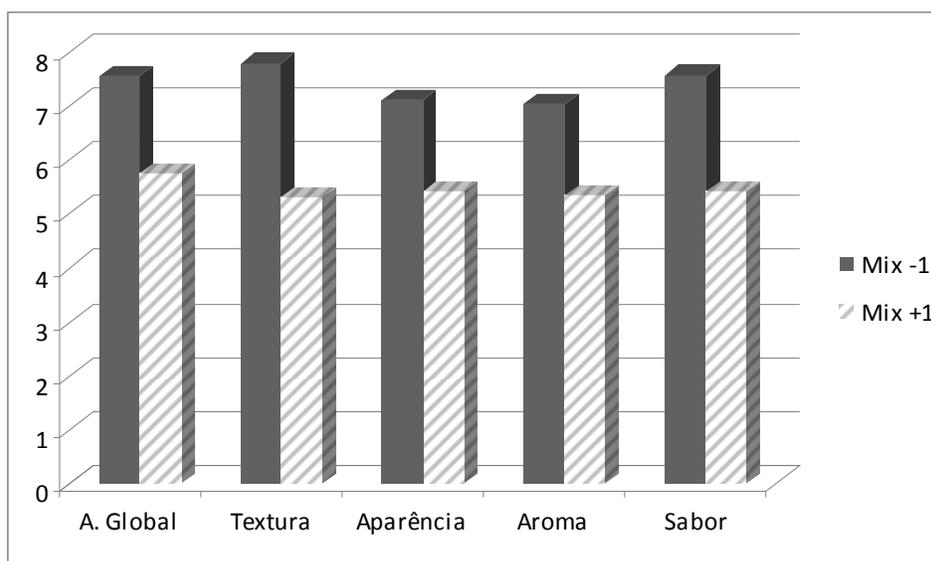


Figura 2. Características obtidas para os tratamentos bolo BIG MIX-1 e bolo BIG MIX+1.

Os resultados da análise sensorial apresentados na Tabela 6 e Figura 3 demonstram que para o atributo aceitação global, o BGOP 80g apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) dos BIG MIX+1 e BGOM.

Já ao relacionar o atributo textura, o BIG MIX-1, BGOP 80g e BGOM foram mais apreciados que o BGOP 100g e BIG MIX+1 que também se diferenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) das amostras referidas.

Para o atributo aparência, os BGOP 80, BGOP 100, BGOM e BIG MIX-1 foram mais apreciados que o BIG MIX+1 que em sua formulação contém maior quantidade de fubá, dando ao bolo de cenoura característica de ressecamento, portanto, houve diferença significativa entre as amostras.

Em relação ao atributo aroma, o BGOP 80g e 100g e BIG MIX-1 receberam as maiores notas, e BGOM e BIG MIX+1 receberam as menores notas havendo diferença significativa entre as amostras. Para o atributo sabor, os BGOP 80, BIG MIX-1 e BGOM foram mais apreciados e BGOP 100 e BIG MIX+1 menos apreciados. Houve, portanto diferença significativa entre as amostras.

Tabela 6. Médias das características sensoriais avaliadas obtidas para os tratamentos do BGOM, BGOP 80g, BGOP 100g , BIG MIX-1 e BIG MIX+1.

	BGOP 80g	BGOP 100g	BGOM	BIG MIX -1	BIG MIX+1
A. Global	7,69 <sup>a</sup>	6,66 <sup>abc</sup>	6,45 <sup>bc</sup>	7,55 <sup>ab</sup>	5,75 <sup>c</sup>
Textura	7,77 <sup>a</sup>	6,33 <sup>bc</sup>	6,76 <sup>ab</sup>	7,80 <sup>a</sup>	5,30 <sup>c</sup>
Aparência	7,44 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>	7,18 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>	5,43 <sup>b</sup>
Aroma	7,56 <sup>a</sup>	6,52 <sup>abc</sup>	6,26 <sup>bc</sup>	7,05 <sup>ab</sup>	5,35 <sup>c</sup>
Sabor	7,59 <sup>a</sup>	6,00 <sup>b</sup>	6,58 <sup>ab</sup>	7,58 <sup>a</sup>	5,43 <sup>b</sup>

Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente quanto à aceitação ( $p < 0,05$ )

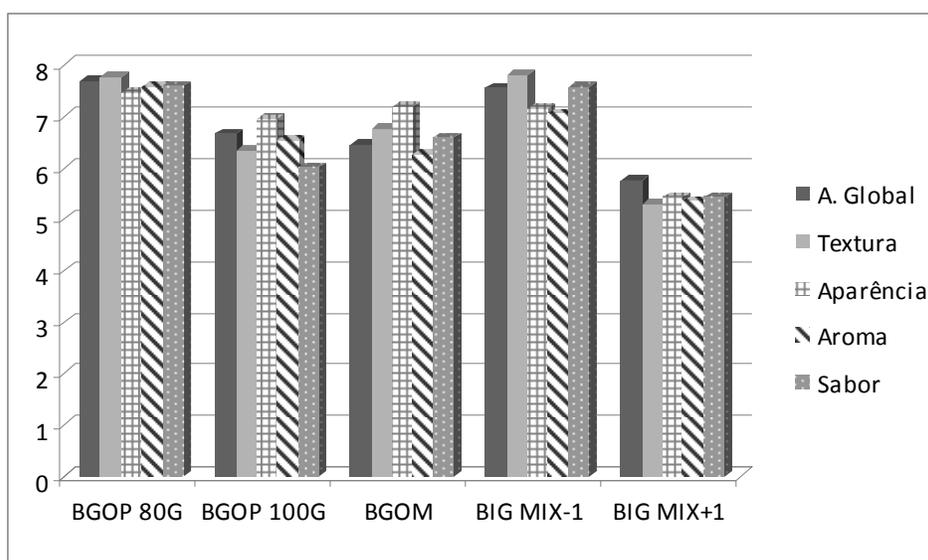


Figura 3. Médias das características sensoriais avaliadas obtidas para os tratamentos do BGOM, BGOP 80g, BGOP 100g , BIG MIX-1 e BIG MIX+1.

Desta forma, verifica-se que as amostras de BGOP 80g e BIG MIX-1 se encaixaram nas condições ótimas dos níveis de adição de óleo de palma e farinhas isentas de glúten, determinando-se, portanto, a padronização de suas respectivas fórmulas.

Considerando que ao se desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade, a fim de predizer seu comportamento frente ao mercado consumidor, a substituição da farinha de trigo por MIX -1, e substituição do óleo de milho por óleo de palma não modificou a formulação do bolo de forma a alterar a sua preferência ou aceitação, indicando os mesmos como produtos alternativos para o mercado consumidor.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

A distribuição percentual de intenção de compra dos consumidores participantes do teste de aceitação dos bolos de cenoura em estudo esta mostrada na Figura 4.

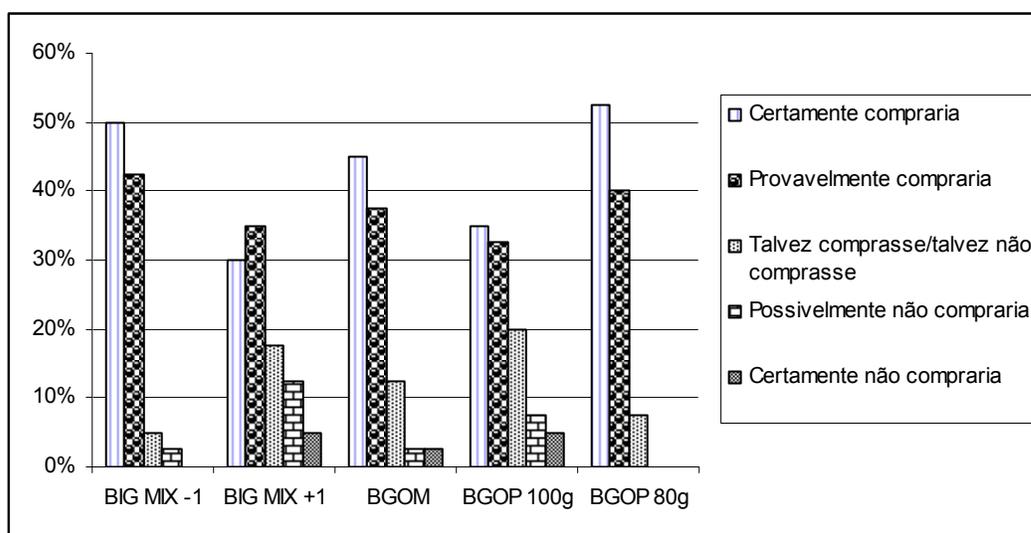


Figura 4. Distribuição da intenção de compra dos participantes por diferentes formulações de bolo de cenoura BGOM, BGOP 80g, BGOP 100g , BIG MIX-1 e BIG MIX.

Em relação à intenção de compra, do BIG MIX-1, 50% dos provadores certamente comprariam, e apenas 2,5% certamente não comprariam. Já o BIG MIX+1, 30% dos indivíduos certamente comprariam e apenas 5% certamente não comprariam. Para o BGOM, 45% dos indivíduos certamente comprariam e apenas 2,5% certamente não comprariam. Para BGOP 100g 35% dos provadores certamente comprariam e 5% certamente não comprariam. E, finalizando com o

BGOP 80g, 52,5% dos indivíduos certamente comprariam e 7,5% talvez comprassem/talvez não comprassem.

De acordo com o resultado, os BGOP 80g e BIG MIX-1 foram mais apreciados destacando-se na preferência dos provadores, indicando que se os mesmos fossem colocados a venda possivelmente teria um consumo satisfatório.

#### 4 Conclusões

As formulações desenvolvidas constituídas por BGOP 80g e BIG MIX-1 apresentaram-se como adequadas para formulação de bolo de cenoura uma vez que foram as mais aceitas pelos consumidores. Demonstraram-se ainda como vantajosas quanto aos atributos, aroma, textura e aparência.

Quanto à composição nutricional BGOP 80g e BIG MIX-1, demonstraram valor calórico menor que o bolo padrão, porém o BGOP 80g e 100g têm valores de gordura saturada superiores às demais formulações. Contudo, não possui gordura *trans*, característica desejável do ponto de vista nutricional.

Entretanto, a formulação de bolo de cenoura isenta de glúten MIX-1 com óleo de milho e com glúten e óleo de Palma 80g atende as exigências do mercado consumidor atual que deseja produtos com qualidade sensorial e nutricional associada a benefícios adicionais para a saúde, ficando esses com os maiores índices de satisfação no item intenção de compra.

#### 5 Referencias

ABOÍSSA. **Óleos vegetais**. Disponível em: <<http://www.aboissa.com.br/1999>>. Acesso em março 2008.

ACELBRA (Associação dos Celíacos do Brasil). **Portadores de Doença Celíaca no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ancelbra.org.br/2004/doencaceliaca.php>>. Acesso em Março 2008.

AGROPALMA. **Óleo de Palma**. Disponível em: <<http://www.agropalma.com.br/2006>>. Acessado em março de 2008.

AGA. AMERICAN GASTROENTEROLOGICAL ASSOCIATION, *Gastroenterology*. 2001 May;120(6):1526-40.

BATTOCHIO, J.R.; BOLINI, H.M.A.; CHANG, Y.K. Bolo de linhaça *diet*: desenvolvimento da formulação, determinação do perfil sensorial e estudos de consumidor. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2007, 109 p.

BOUTRIF, E. Recent developments in protein quality evaluation. **Food Nutrition and Agriculture/Alimentacion Nutricion y Agricultura**, Roma, 1991; 2/3:36-40.

CAMPESTRE. **Óleos vegetais**. Disponível em: <<http://www.campestre.com.br/oleo-de-palma.shtml>>. Acesso em Outubro de 2008.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias). **Hortalças**. Disponível em: <[http://embrapa.br/linhas\\_de\\_acao/alimentos/hortalicas/index\\_html/mostra\\_documento](http://embrapa.br/linhas_de_acao/alimentos/hortalicas/index_html/mostra_documento)>. Acesso em 21 março 2005.

FERREIRA, V.L.P. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. Campinas. **SBCTA**, 2000.

GARDNER, P.T.; WHITE, T.A.C.; McPHAIL, D.B.; DUTHIE, G.G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruits juices. **Food Chemistry**, 2000;68:471-474.

IDRIS, N.; ENBONG, M.S.; ABDULLCH, A.; CHEHA, C.M.; HASSAR, H. Performance evaluation of shortenings based on palm oil and butterfat in yellow cake. **Fett/Lipid**, Kuala Lumpur, 1996 ; 98 :144-148.

MOSCATTO, J.A.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; HAULY, M.C.O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** [online]. 2004, vol.24, n.4, pp. 634-640. ISSN 0101-2061.

LEITÃO, R.F.F.; PIZZINATTO, A.; VITTI, P.; SHIROSE, I.; MORI, E.E.M. Estudos de duas cultivares de triticale e sua aplicação em produtos de massas alimentícias (macarrão, biscoito e bolos). **Boletim ITAL**, Campinas, 1984;21:325-334.

LÓPEZ, A.C.B.; ACCACIA, J.G.P.; JUNQUEIRA, R.G. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. **Braz. arch. biol. Technol**, 2004;47:63-70.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory Evaluation Techniques. Boca Ratón: **CRC**, 1993;1:125.

MULLER, H.; SEJJETLOT, I.; SOLVOLL, I K.; PEDERSE, J.I. Partially hydrogenated soybean oil reduces postprandial T-Pa activity compared with palm oil. **Atherosclerosis**, 2001. 33(9):879-87.

ROBERTSON, J.A. Application of plant-based byproducts as fiber supplements in processed foods. **Recent Research Development in Agricultural & Food Chemistry**, 1998; 2:705-717.

WESTIN, R. 'Fim da gordura *trans* é voltar à época da banha, diz indústria'. Folha de São Paulo. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u442488.shtml>>. Acesso em Setembro 2008.

ZANDONADI, R.P. **Psyllium como substituto de glúten**. Disponível em: <[http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1408](http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1408)>. Acesso em Outubro de 2008.

**ARTIGO 2:** Submetido para a revista Ciência e Tecnologia de Alimentos

**DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TESTE INSTRUMENTAL E  
DETERMINAÇÃO DA ACEITAÇÃO DE BOLOS DE CENOURA COM E SEM  
GLÚTEN  
EXPERIMENTAL DESIGN, INSTRUMENTAL ANALYSIS AND ACCEPTANCE  
OF TRADITIONAL AND GLUTEN-FREE CARROT CAKES**

**Resumo:** Esta pesquisa objetivou desenvolver e padronizar fórmulas de bolo de cenoura sem glúten e avaliar sua aceitação. Utilizou-se do delineamento experimental com 12 ensaios elaborados para o estudo de diferentes *mix* de quatro farinhas sem glúten e a quantidade de açúcar, ovos, cenoura e óleo de milho para avaliação da formulação que levaria aos atributos desejados quando comparados ao bolo padrão (farinha de trigo). Os resultados foram analisados por ANOVA, Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e Análise de Cluster. Três ensaios não diferiram significativamente do bolo padrão. As fórmulas sem glúten obtiveram notas de aceitação global entre 7,5 a 6,8 e a padrão 7,2. Os atributos, dureza, fraturabilidade, adesividade e gomosidade interferiram com características consideradas não desejáveis para a textura na aceitação do bolo de cenoura e, a maciez, elasticidade, coesividade e atividade de água interferiram como sendo características desejáveis para o mesmo. Dessa forma, é possível afirmar que é viável substituir a farinha de trigo por farinhas isentas de glúten na produção do bolo de cenoura e manter a característica sensorial.

**Palavras-chave:** análise sensorial, bolo, celíaco, glúten

**Abstract:** The purpose of this research was to develop and to standardize carrot cake formulas gluten free and to evaluate its acceptance for consumers. Experimental delineation was used through 12 essays elaborated to study of different mix with four gluten-free flours and the amount of sugar, eggs, carrots and corn oil to evaluate the formulation would lead to the desired attributes when compared to standard cake (flour wheat). The results were analyzed by ANOVA, Tukey Test ( $p < 0,05$ ) and Cluster analysis. Three trials did not differ significantly from standard cake. Gluten-free formulas for overall acceptability were scored between 7.5 to 6.8 and standard cake, 7.2. In terms of acceptance, the attributes hardness, fracturability, adhesiveness and gumminess interfered with characteristics considered undesirable for texture acceptance of carrot cake and softness, resilience, cohesiveness and water activity interfered as desirable features for the same. In conclusion, replacing wheat flour with gluten free flour in the carrot cake production process will not affect the sensorial characteristics.

**Key words:** sensorial analysis; cake; celiac disease; gluten;

## 1 Introdução

Doença Celíaca (DC), definida por sensibilidade ao glúten, pode ser determinada como um estado de resposta imunológica, tanto celular como humoral, ao glúten, proteína encontrada em cereais como trigo, centeio, aveia e cevada (malte- resultado da germinação do grão da cevada). A intolerância ao glúten é permanente (KOTZE, 2006) e pode atingir pessoas de qualquer idade (WALKER, 1996). A prevalência da DC é muito variável entre os países (LANDABURO, PÉREZ, 2002), mas pode chegar a 1% da população mundial. Porém, são desconhecidos dados estatísticos oficiais no Brasil.

A dieta de indivíduos portadores de DC deve atender às necessidades nutricionais individuais e deve, obrigatoriamente, ser isenta de glúten, pois qualquer resíduo do mesmo é suficiente pra provocar o aparecimento dos sintomas da doença. O glúten é uma proteína encontrada na semente de muitos cereais (principalmente no trigo), combinada ao amido, sendo composto por gliadina e glutenina (ACELBRA, 2008) e o mesmo pode ser substituído por outros cereais como o milho (e seus derivados: farinha de milho, amido de milho, fubá), o arroz (farinha de arroz), por tubérculos como a batata (fécula de batata) e a raiz de mandioca (nas versões de fécula de mandioca e polvilho) (SDEPANIAN, MORAIS e FAGUNDES NETO, 1999).

O seguimento da dieta pelo paciente celíaco depende, fundamentalmente, do auxílio dos familiares nas substituições dos alimentos proibidos. A falta de alimentos alternativos já prontos no mercado brasileiro faz com que haja necessidade de preparações caseiras. Devem-se preconizar os alimentos que não exijam muita manipulação e que vão ao encontro das habilidades culinárias de quem os prepara (KOTZE, 2006). O glúten é o responsável pela característica viscosa e adesiva observada em pães e bolos, sendo definida quimicamente como uma proteína complexa, não eliminada por processos de cocção (ACELBRA, 2008).

Entre os produtos de panificação, o bolo vem adquirindo crescente importância no que se refere ao consumo e comercialização no Brasil, principalmente, devido ao desenvolvimento tecnológico que possibilitou mudanças nas indústrias que passaram da pequena à grande escala de produção (MOSCATTO, PRUDÊNCIO FERREIRA e HAULY, 2004).

Uma alternativa para a diversificação dos bolos é a incorporação de produtos agrícolas com fontes importantes de princípios nutritivos e compostos naturais, como é o caso da cenoura: alimento fonte de vitaminas (A, C e E) antioxidantes, compostos fenólicos e carotenos (GARDNER, WHITE, McPHAILL e DUTHIE, 2000) que, além de possuir grande quantidade de compostos de interesse alimentar como fibras, carotenóides e sais minerais, possuem grande disponibilidade da matéria-prima à baixo custo (EMBRAPA, 2005).

As mudanças no processamento e a crescente exigência dos consumidores por alimentos que apresentem, além da alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, fazem surgir a necessidade de novos ingredientes e produtos que possam atender a estas exigências do mercado (IDRIS, ENBONG, ABDULLCH, CHEHA e HASSAR, 1996).

Para que o desenvolvimento de produtos alternativos tenha sucesso garantido, é necessária a contribuição dos consumidores para avaliar a aceitação dos mesmos. É fundamental determinar a contribuição e influência de cada atributo do produto na escolha do consumidor (SAE-EAW, CHOMPREEEDA, PRINYAWIWATKUL, HARUTHAITHANASAN, SUWONSICHON, SAIDU e XU, 2007).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver bolos de cenoura sem glúten para este perfil de consumidores (indivíduos portadores de DC) e avaliar as características de textura, atividade de água, cor e aceitação do produto.

## **2 Materiais e Métodos**

Foram elaboradas 14 diferentes fórmulas de bolos de cenoura, sendo 13 do delineamento de Plackett e Burman e mais duas repetições do ponto

central e uma fórmula padrão, com glúten, e as demais preparadas com mix de farinhas livres de glúten (Fécula de Batata Lina Agroindustrial®, Farinha de Arroz Naturato®, Amido de Milho ADRAM® e Fubá Yoki®) em diferentes proporções.

As fórmulas sem glúten (Tabela 1) foram previamente definidas por meio de um delineamento experimental utilizando-se a matriz de Plackett e Burman de 12 ensaios, adicionadas de três ensaios no ponto central (RODRIGUES e IEMMA, 2009). As cinco variáveis da formulação estudadas foram: açúcar, cenoura cozida, ovos, óleo de milho, e proporção do mix de farinhas livres de glúten. Para o bolo padrão, foram utilizados 94g de açúcar refinado, 87g de cenoura crua, 60g de ovos de galinha, 34g de óleo de milho, 70g de farinha de trigo e 5g de fermento químico em pó, completando 350g de massa total para cada forma de bolo inglês.

## **2.1 Preparo dos bolos**

Os bolos foram preparados em triplicata em dia anterior aos testes sensoriais. A massa dos bolos foi distribuída em formas para bolo inglês, aluminizadas e descartáveis, com capacidade para 350mL.

Os bolos foram assados por 28 a 35 minutos, em forno convencional a gás pré-aquecido a 180 – 210°C, por 10 minutos. Depois de assados, foram retirados do forno e mantidos nas formas para que esfriassem por completo à temperatura ambiente e, em seguida, foram mantidos em local fechado, à temperatura ambiente até o dia seguinte.

## **2.2 Análises Sensoriais – Testes de Aceitação**

Foi avaliado o nível de aceitação dos bolos de cenoura padrão e das formulações sem glúten. Os atributos sensoriais estudados foram: aparência, aroma, sabor, maciez e impressão global.

Quarenta consumidores de bolo de cenoura foram convidados a participar voluntariamente dos testes e então, solicitados a registrar suas avaliações em escala linear não estruturada de 9cm ancorada em seu extremo

esquerdo com a expressão “desgostei extremamente” e no extremo direito com “gostei extremamente”.

Foram servidas, monadicamente, fatias de 40g (5 x 5 x 1cm) de cada bolo em pratos de sobremesa descartáveis codificados com números de três dígitos. As amostras foram apresentadas em blocos completos balanceados.

Os testes sensoriais foram conduzidos em cabines sensoriais individuais do Laboratório de Análise Sensorial do Centro Universitário de Maringá (Cesumar), Paraná, Brasil.

Aos provadores, foi também oferecida água mineral à temperatura ambiente para o enxágue da boca entre a avaliação de uma amostra e outra.

## **2.3 Análises físico-químicas**

### **2.3.1 Análise de Textura e Atividade de Água**

A análise instrumental da textura dos bolos de cenoura foi feita através do texturômetro TAXT2, equipado com um probe cilíndrico de alumínio de 100 mm de diâmetro, adequado a este tipo de produto. Os testes foram realizados nas seguintes condições:

- Força em compressão;
- Velocidade de teste: 2 mm/s;
- Velocidade de pré-teste: 5 mm/s;
- Velocidade de pós-teste: 5 mm/s;
- Força de contato: 50 g;
- Distância: 15 mm;
- Sensibilidade do aparelho: 50 g.

Os parâmetros de textura instrumental avaliados foram: dureza, adesividade, coesividade, gomosidade, elasticidade, fraturabilidade, mastigabilidade e maciez sendo expressos através da média de três repetições. Foram utilizadas fatias centrais dos bolos, cada uma com 25 mm de espessura, e

analisadas ao longo de seu comprimento. As amostras foram fabricadas no dia anterior ao teste.

A atividade de água das amostras de bolo de cenoura foi medida em triplicata através do equipamento AquaLab®.

### 2.3.2 Cor

A coloração das amostras de bolo foi determinada em colorímetro Hunter em triplicata (MACBETH, 1985). A média dos resultados foi considerada como resultado final.

## 2.4 Análise de dados

Os dados de todas as análises instrumentais de textura e atividade de água foram analisados por Regressão dos Mínimos Quadrados Parciais<sup>3</sup> que correlacionam dados instrumentais e sensoriais (TENENHAUS, PAGÉS, AMBROISINE e GUINOT, 2005) e os dados de cor e dos testes de aceitação por análise de variância univariada (ANOVA) e teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os softwares estatísticos utilizados foram o SAS versão 2003 e o *XLStat* versão 2007.7.

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Análise de Aceitação

Participaram voluntariamente dos testes de aceitação das 16 diferentes formulações de bolo de cenoura sem glúten cujas formulações encontram-se na Tabela 1, 12 homens e 28 mulheres, estudantes, professores e colaboradores do Centro Universitário de Maringá, com idades variando entre 18 e 52 anos.

---

<sup>3</sup> Partial Least Square Regression (PLS)

As médias dos resultados das avaliações dos atributos maciez, aparência, aroma, sabor e impressão global avaliados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Quantidade, em gramas, dos ingredientes que constituem as fórmulas de bolo de cenoura sem glúten.

Ensaio	x1	x2	x3	x4	x5	X1 Açúcar	X2 Cenoura Cozida	X3 Ovos	X4 Óleo de Milho	X5 proporção de farinhas do Mix (A/B/C/D)	Quantidade de Massa do Mix	Massa Total	Massa do Mix (x1+x2+x3+x4)
01	1	-1	1	-1	-1	100	60	80	20	1/4/4/1	90	350	2,89
02	1	1	-1	1	-1	100	100	40	40	1/4/4/1	70	350	4,00
03	-1	1	1	-1	1	60	100	80	20	2/3/3/2	90	350	2,89
04	1	-1	1	1	-1	100	60	80	40	1/4/4/1	70	350	4,00
05	1	1	-1	1	1	100	100	40	40	2/3/3/2	70	350	4,00
06	1	1	1	-1	1	100	100	80	20	2/3/3/2	50	350	6,00
07	-1	1	1	1	-1	60	100	80	40	1/4/4/1	70	350	4,00
08	-1	-1	1	1	1	60	60	80	40	2/3/3/2	110	350	2,18
09	-1	-1	-1	1	1	60	60	40	40	2/3/3/2	150	350	1,33
10	1	-1	-1	-1	1	100	60	40	20	2/3/3/2	130	350	1,69
11	-1	1	-1	-1	-1	60	100	40	20	1/4/4/1	130	350	1,69
12	-1	-1	-1	-1	-1	60	60	40	20	1/4/4/1	170	350	1,17
13	0	0	0	0	0	80	80	60	30	1,5/3,5/3,5/1,5	100	350	2,50
14	0	0	0	0	0	80	80	60	30	1,5/3,5/3,5/1,5	100	350	2,50
15	0	0	0	0	0	80	80	60	30	1,5/3,5/3,5/1,5	100	350	2,50

A: Amido de milho; B: Fécula de Batata; C: Farinha de Arroz; D: Fubá

De acordo com os resultados médios obtidos para cada atributo avaliado, pode-se considerar que a proporção de ingredientes que compõem as diferentes fórmulas influenciou no nível de aceitação das mesmas. Nota-se que a fórmula de número 6 (Tabela 1), composta de 100g de açúcar, 100g de cenoura cozida, 80g de ovos de galinha, 20g de óleo de milho, 50g de mix de farinhas livres de glúten na proporção 2/3/3/2 (amido de milho, fécula de batata, farinha de arroz e fubá), foi a composição mais bem aceita em todos os cinco quesitos

estudados, não diferindo estatisticamente da amostra padrão (com glúten) e das demais amostras sem glúten de número 4, 5 e 7.

Avaliando-se a relação da quantidade de açúcar, cenoura, ovos e óleo em relação à proporção da massa do mix, verificou-se que para estas quatro formulações a razão ficou igual a 4 nos ensaios 4, 5 e 7 e razão 6 para o ensaio 6. Para a formulação padrão, a razão entre os ingredientes e a farinha é igual a 3,5 (Tabela 1).

Para essas quatro formulações (4, 5, 6 e 7), que não apresentaram diferença estatística significativa, nota-se que a quantidade de massa de mix para completar a massa total de 350g foram as menores (50 e 70g) em relação aos outros ingredientes, proporcionando maior maciez, melhor aparência, aroma, sabor e impressão global (Tabela 2)

Assim, observou-se que as formulações que obtiveram melhores resultados foram as que mantiveram a razão 4,00 ou superior a essa, como é o caso da amostra 6 (razão 6,00), independente da proporção das farinhas utilizadas nos diferentes tipos do mix, ou seja, 1/4/4/1 (ensaios 4 e 7) e 2/3/3/2 (ensaios 5 e 6) (Tabela 1).

Isto indica que é possível substituir a farinha de trigo por outras farinhas sem glúten mantendo a qualidade e aceitação do produto.

Por outro lado, a fórmula de número 12 (Tabela 1), composta por 60g de açúcar, 60g de cenoura cozida, 40g de ovos de galinha, 20g de óleo de milho e 170g de mix de farinhas livres de glúten na proporção 1/4/4/1, foi a que obteve menores médias de aceitação para os atributos avaliados.

O aumento na quantidade de farinhas e redução dos demais ingredientes úmidos e de açúcar resultou em uma massa mais seca que pode ter dificultado a liberação de seu aroma e sabor, além de ter conferido uma aparência mais ressecada e quebradiça. Além disso, a menor quantidade de cenoura e de ingredientes ricos em lipídeos, como óleo e ovo, provavelmente, prejudicou o sabor do bolo, uma vez que, além de conferir maciez, os lipídeos proporcionam sabor aos alimentos.

De acordo com Griswold (1962), níveis aumentados de gorduras em bolo melhoram a maciez e o sabor, produzindo uma granulação mais fina e mais uniforme, além de textura mais úmida e sedosa. Provavelmente, pela propriedade da gordura prender ar, a viscosidade das massas também aumenta. Quantidades aumentadas de açúcar e de líquidos, ovo e gordura, produzem massas mais viscosas, úmidas, macias e aveludadas.

Tabela 2. Médias dos consumidores para aparência, aroma, maciez, sabor e impressão global avaliados no teste de aceitação com 40 provadores

Amostra*	Aparência	Aroma	Maciez	Sabor	Impressão Global
01	5,40 <sup>bcd</sup>	5,30 <sup>cde</sup>	5,75 <sup>bcd</sup>	5,75 <sup>bcd</sup>	6,08 <sup>abc</sup>
02	5,35 <sup>bcd</sup>	4,70 <sup>def</sup>	5,73 <sup>bcd</sup>	5,40 <sup>cde</sup>	5,88 <sup>bcd</sup>
03	5,78 <sup>abc</sup>	5,15 <sup>cde</sup>	5,70 <sup>cd</sup>	5,73 <sup>bcd</sup>	6,03 <sup>bcd</sup>
04	6,73 <sup>ab</sup>	6,80 <sup>ab</sup>	7,13 <sup>abc</sup>	7,03 <sup>ab</sup>	7,08 <sup>ab</sup>
05	6,08 <sup>abc</sup>	5,85 <sup>abcd</sup>	6,93 <sup>abc</sup>	6,70 <sup>abcd</sup>	6,80 <sup>ab</sup>
06	7,13 <sup>a</sup>	7,05 <sup>a</sup>	7,80 <sup>a</sup>	7,58 <sup>a</sup>	7,55 <sup>a</sup>
07	6,68 <sup>ab</sup>	6,48 <sup>abc</sup>	7,08 <sup>abc</sup>	6,83 <sup>abc</sup>	6,75 <sup>ab</sup>
08	4,18 <sup>def</sup>	4,05 <sup>efg</sup>	4,75 <sup>def</sup>	4,45 <sup>efg</sup>	4,55 <sup>de</sup>
09	3,60 <sup>efg</sup>	3,30 <sup>fgh</sup>	3,53 <sup>fgh</sup>	3,45 <sup>gh</sup>	3,90 <sup>ef</sup>
10	3,68 <sup>efg</sup>	3,55 <sup>fgh</sup>	3,65 <sup>efgh</sup>	3,85 <sup>fgh</sup>	4,15 <sup>e</sup>
11	3,08 <sup>fg</sup>	3,08 <sup>gh</sup>	3,10 <sup>gh</sup>	3,48 <sup>gh</sup>	3,80 <sup>ef</sup>
12	2,28 <sup>g</sup>	2,18 <sup>h</sup>	2,30 <sup>h</sup>	2,40 <sup>h</sup>	2,58 <sup>f</sup>
13	5,43 <sup>bcd</sup>	5,35 <sup>bcd</sup>	5,30 <sup>d</sup>	5,43 <sup>cde</sup>	5,75 <sup>bcd</sup>
14	4,90 <sup>cde</sup>	4,68 <sup>def</sup>	4,48 <sup>defg</sup>	4,58 <sup>efg</sup>	4,75 <sup>cde</sup>
15	5,25 <sup>bcd</sup>	5,15 <sup>cde</sup>	5,03 <sup>de</sup>	5,25 <sup>def</sup>	5,20 <sup>cde</sup>
Padrão	7,23 <sup>a</sup>	6,85 <sup>a</sup>	7,18 <sup>ab</sup>	7,15 <sup>ab</sup>	7,18 <sup>ab</sup>

Medias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ( $p < 0,05$ ).

\* Obs. Cada um dos números das amostras corresponde aos ensaios da Tabela 1.

### 3.2 Análise de Textura e Atividade de Água por PLS

Os dados da regressão de PLS para textura e atividade de água de todas as formulações dos bolos sem glúten e padrão, podem ser visualizados nas Tabelas 3 e 4 e sua influência na aceitação pode ser interpretada pela Figura 1.

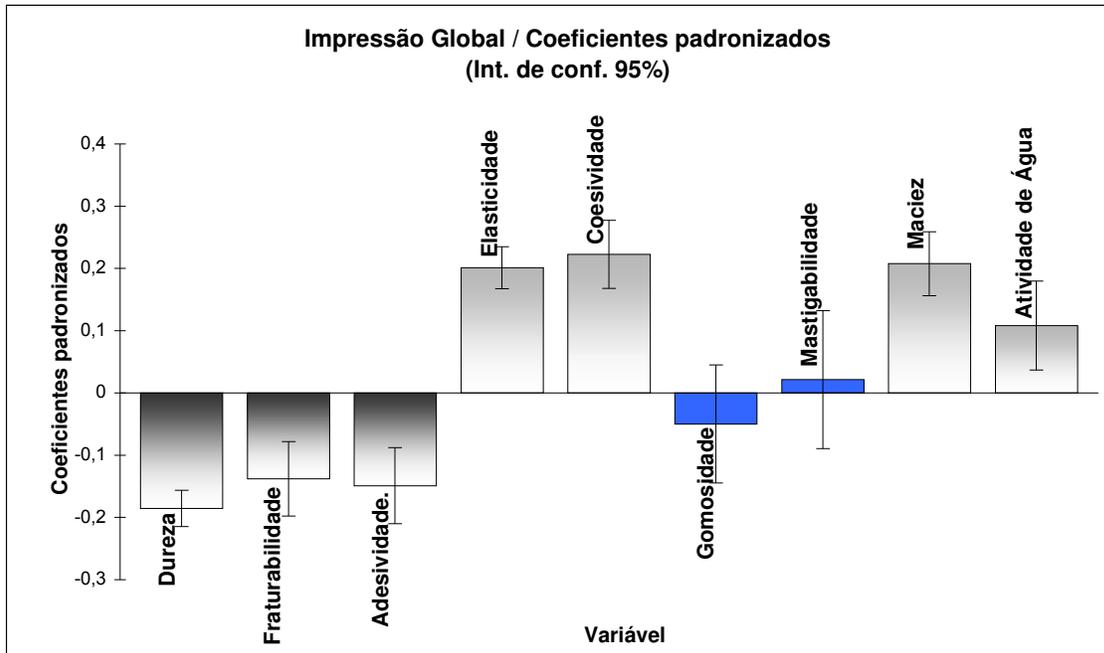


Figura 1. Relação entre parâmetros de textura<sup>4</sup> e atividade de água e impressão global de bolos de cenoura sem glúten por regressão PLS.

Analisando o gráfico da regressão de PLS (Figura 1), observa-se que os provadores apreciam mais as características de maiores valores positivos, as quais contribuem positivamente para a aceitação do produto. O contrário acontece com os atributos de valores mais negativos, considerados então, como aqueles que contribuem negativamente para a aceitação do produto. Portanto, a elasticidade, coesividade e maciez são características sensoriais que contribuem positivamente para a aceitação do bolo de cenoura pelos consumidores, por outro lado, dureza, adesividade e fraturabilidade contribuem negativamente, de acordo com os resultados da análise do PLS para o produto.

Ao analisar as variáveis independentes que foram: quantidade de açúcar, cenoura cozida, ovos e óleo de milho, observou-se que os mesmos diferiram significativamente para a Aceitação do Consumidor, para a maciez e coesividade; e, a única variável que não obteve resultado significativo foi à quantidade de mix de farinhas utilizada (Tabela 4).

Diante dos resultados da Tabela 3, nota-se que a amostra 6 é a mais elástica, mais macia e mais coesa. A elasticidade e maciez são ainda mais intensas na amostra 6 do que na amostra padrão, confirmando as respostas obtidas no teste de aceitação (Tabela 2).

Quanto aos atributos não desejáveis, observa-se que as amostras 11 e 12 expressam maior dureza. A variação da quantidade de cenoura cozida não interferiu significativamente nas características dureza, fraturabilidade e  $A_w$ , mas os ingredientes como ovos, açúcar e óleo de milho sim (Tabela 4), o que vem a corroborar com os baixos índices de aceitação das amostras 11 e 12 (Tabela 1) que apresentaram fraturabilidade e dureza mais intensas e, as amostras 10 e 12, que apresentaram maior adesividade (Tabela 3). Também obtiveram resultados estatisticamente significativos da quantidade de cenoura cozida, ovos e óleo, os tornando produtos mais adesivos e menos aceitos pelos consumidores.

Em seu trabalho com pão, Tedrus, Ormenese, Speranza, Chang e Bustos (2001) encontraram que a massa feita com farinha de arroz, mesmo acrescentada de vital glúten, apresentou-se quebradiça e sem qualquer elasticidade, não permitindo a modelagem. Os autores puderam concluir então que, não apenas o glúten, mas outros componentes próprios da farinha de trigo são necessários para a obtenção de produtos de boa qualidade.

Tabela 3. Médias dos resultados da regressão PLS dos atributos de textura para bolos de cenoura com e sem glúten.

Ensaio	Dureza	Fratu- rabi- lidade	Adesivi- dade	Maciez	Coesi- vidade	Gomosi- dade	Mastiga- bilidade	Elastici- dade	AW*
01	3994,01	3994,01	5,910	0,669	0,219	878,49	586,66	0,137	0,893
02	4659,04	4659,04	-3,556	0,795	0,250	1152,43	909,72	0,146	0,832
03	9605,76	9605,76	-7,416	0,783	0,251	2410,61	1892,06	0,150	0,956
04	5357,49	5357,49	1,843	0,737	0,281	1502,73	1109,1	0,159	0,892
05	6101,66	6101,66	-5,417	0,770	0,266	1669,01	1315,24	0,151	0,866
06	4308,34	4309,34	-1,334	0,859	0,317	1366,87	1169,71	0,179	0,908
07	6489,50	6489,50	-5,984	0,851	0,278	1811,30	1540,46	0,165	0,944
08	9175,84	6111,25	1,535	0,667	0,194	1781,67	1191,55	0,119	0,909
09	8584,75	5696,49	3,261	0,517	0,130	1307,68	682,75	0,095	0,859
10	6232,26	6374,33	8,720	0,579	0,158	991,20	572,16	0,099	0,837
11	14023,78	9195,89	3,409	0,676	0,176	2427,06	1854,17	0,132	0,851
12	13084,76	10715,57	7,112	0,564	0,144	1846,07	1041,85	0,112	0,866
13	9455,65	9455,65	-3,802	0,727	0,217	2123,10	1605,95	0,138	0,897
14	10458,65	10458,65	-4,102	0,748	0,225	2183,30	1710,55	0,141	0,856
15	9855,65	9855,65	-3,921	0,723	0,219	2235,20	1688,89	0,139	0,889
Padrão	3832,66	3822,66	-17,28	0,804	0,352	1456,94	1171,18	0,153	0,878

\* Atividade de água

Tabela 4. Efeito das variáveis estudadas (quantidade de açúcar, de cenoura cozida, ovos, óleo de milho e proporção da mistura de mix) em relação aos atributos avaliados no desenvolvimento do bolo de cenoura sem glúten. As células marcadas se referem aos efeitos estatisticamente significativos ao nível de significância de 10% ( $\alpha = 0,1$ ).

<b>Fatores</b>	<b>Aparência*</b>	<b>Aroma*</b>	<b>Sabor*</b>	<b>Impressão global*</b>	<b>Maciez**</b>	<b>Dureza**</b>	<b>Fraturabilidade**</b>
Média	5,00	4,79	5,22	5,43	5,29	7634,77	6550,86
Curvatura	0,39	0,54	-0,27	-0,39	-0,70	4577,10	6744,91
Açúcar	1,46	1,50	1,66	1,65	1,75	-5051,93	-2836,43
Cenoura cozida	1,37	1,19	1,47	1,41	1,54	-206,84	352,01
Ovos	1,97	2,03	2,01	1,82	2,16	-2292,55	-1145,94
Óleo de milho	0,88	0,81	0,84	0,79	1,14	-1813,44	-1629,91
Proporção do Mix	0,16	0,07	0,15	0,13	0,21	-599,99	-368,78
<b>Fatores</b>	<b>Adesividade**</b>	<b>Coesividade**</b>	<b>Gomosidade**</b>	<b>Mastigabilidade**</b>	<b>Elasticidade**</b>	<b>Atividade de água**</b>	
Média	0,67	0,222	1595,4	1155,5	0,137	0,884	
Curvatura	-9,23	-0,003	1170,2	1026,0	0,005	-0,008	
Açúcar	0,71	0,053	-670,6	-423,4	0,016	-0,026	
Cenoura cozida	-8,11	0,069	421,6	582,9	0,034	0,017	
Ovos	-3,16	0,069	59,7	185,6	0,029	0,065	
Óleo de milho	-4,12	0,022	-115,9	-61,3	0,004	-0,001	
Proporção do Mix	-1,56	-0,005	-15,2	-36,4	-0,010	0,009	

\* Atributos avaliados no teste de aceitação com o consumidor,

\*\* Parâmetros avaliados por instrumentos (Texturômetro TAXT2 e AquaLab®)

As amostras 8, 9, 10, 11 e 12 foram preparadas com maior quantidade de mix, 110g, 150g, 130g, 130g e 170g, sucessivamente, o que pode explicar sua fraturabilidade e dureza ao serem comparadas com a amostra 6, considerada a mais macia e elástica. O único atributo de textura que diferiu significativamente

para a quantidade de mix foi à elasticidade, que se justifica pelo fato do produto sem glúten ter baixa elasticidade (Tabela 4).

O ovo tem como propriedades a capacidade emulsificante e a contribuição para a elasticidade em produtos sem glúten servindo também como agente corante, de sabor e aroma, originando massas com melhor estrutura, textura mais leve e aerada e maior volume (PEREIRA, CIACCO, VILELA e PEREIRA, 2004). As amostras que apresentaram menores quantidades de ovos (8, 9, 10, 11 e 12) (Tabela 1) também foram às menos aceitas pelos consumidores (Tabela 2).

De acordo com Lopez (2004), a qualidade de pães pode ser expressa em termos de volume do pão que depende da capacidade da massa de reter gás proveniente da fermentação. Em seu estudo, os produtos mais volumosos foram àqueles feitos com farinha de trigo, seguidos pelos pães preparados com cevada, arroz e milho. O autor observou que a diferença na qualidade dos pães foi evidente, sendo que as farinhas de centeio, de arroz e de milho produziram pães densos e de pequeno volume.

Rocha, Minin, Della Lucia, Minin e Coimbra (2003), encontraram que quanto maior a concentração de fubá em bolos de fubá e menor a concentração de farinha de trigo, menor é a intensidade da maciez dos bolos e maior é a fraturabilidade dos mesmos.

Ao contrário dos resultados de PLS para bolo de cenoura aqui apresentados (Figura 1), Ylimaki, Hawrysh, Hardin e Thomson (1991) considera firmeza e gomosidade do miolo umas das características mais importantes em pães livres de glúten.

Preichardt, Vendruscolo, Gularte e Moreira (2009), ao preparar bolos com mix de farinha de arroz e farinha de milho, encontraram um produto mais firme, menos elástico e com formação de migalhas, o que podemos considerar como fraturabilidade, intermediária.

De acordo com Tedrus *et al.*, (2001), dentre as farinhas dos diferentes cereais, apenas a do trigo tem a habilidade de formar uma massa viscoelástica

que retém o gás produzido durante a fermentação e nos primeiros estágios de cozimento de produtos de panificação, dando origem a um produto leve e macio.

O que se observa é que poucos estudos consideraram importante avaliar mixes de farinhas livres de glúten como substitutos da farinha de trigo no preparo de bolos. É muito provável que uma farinha compense déficits de outras farinhas e, com isso, resultem em produtos de tão boa qualidade e bem aceitos quanto o padrão, como pôde ser evidenciado no presente estudo (vide resultados teste de aceitação).

### **3.3 Análise de Cor**

De acordo com o espaço colorimétrico CIEL  $L^* a^* b^*$ , a cor do miolo e da crosta diferiu significativamente, entre todas as amostras de bolo de cenoura sem glúten devido aos ensaios contarem com diferentes proporções das variáveis como: quantidade de ovo, cenoura cozida, quantidade de mix, óleo de milho e açúcar.

Dessa maneira, pode se observar na Tabela 5 que as amostras que mais se aproximaram do padrão foram as do ensaio central (amostras 13,14 e 15), mas no que se refere a aceitação do consumidor (Tabela 2) a cor não interferiu diretamente, uma vez que as amostras mais aceitas foram a 6 e 4.

Tabela 5. Médias dos resultados das dimensões L\* a\* b\* de cor de bolos de cenoura padrão e sem glúten.

Amostras	Cor dos bolos*			Cor da Crosta			Cor do Miolo		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
01	49.947 <sup>a</sup>	13.675 <sup>ab</sup>	39.34 <sup>a</sup>	32.380 <sup>f</sup>	16.7733 <sup>efg</sup>	18.790 <sup>f</sup>	67.5133 <sup>bc</sup>	10.5767 <sup>g</sup>	59.8900 <sup>gh</sup>
02	39.140 <sup>a</sup>	10.795 <sup>b</sup>	31.08 <sup>a</sup>	22.873 <sup>g</sup>	5.5633 <sup>i</sup>	4.073 <sup>h</sup>	55.4067 <sup>g</sup>	16.0267 <sup>c</sup>	58.0800 <sup>hi</sup>
03	53.468 <sup>a</sup>	19.962 <sup>a</sup>	52.05 <sup>a</sup>	39.510 <sup>cd</sup>	25.8433 <sup>a</sup>	39.220 <sup>abc</sup>	67.4267 <sup>bc</sup>	14.0800 <sup>de</sup>	64.8700 <sup>ef</sup>
04	45.643 <sup>a</sup>	13.008 <sup>ab</sup>	40.37 <sup>a</sup>	25.410 <sup>g</sup>	14.3767 <sup>g</sup>	15.247 <sup>fg</sup>	65.8767 <sup>c</sup>	11.6400 <sup>f</sup>	65.4867 <sup>def</sup>
05	43.015 <sup>a</sup>	13.797 <sup>ab</sup>	39.26 <sup>a</sup>	25.217 <sup>g</sup>	10.5300 <sup>h</sup>	9.750 <sup>gh</sup>	60.8133 <sup>f</sup>	17.0633 <sup>b</sup>	68.7733 <sup>bc</sup>
06	44.488 <sup>a</sup>	18.673 <sup>ab</sup>	45.33 <sup>a</sup>	26.110 <sup>g</sup>	18.2600 <sup>def</sup>	18.020 <sup>fg</sup>	62.8667 <sup>ef</sup>	19.0867 <sup>a</sup>	72.6333 <sup>a</sup>
07	47.820 <sup>a</sup>	18.248 <sup>ab</sup>	45.68 <sup>a</sup>	32.223 <sup>f</sup>	20.1600 <sup>cd</sup>	21.873 <sup>ef</sup>	63.4167 <sup>de</sup>	16.3367 <sup>bc</sup>	69.4867 <sup>b</sup>
08	53.510 <sup>a</sup>	17.377 <sup>ab</sup>	53.59 <sup>a</sup>	41.307 <sup>cd</sup>	24.1333 <sup>ab</sup>	44.680 <sup>ab</sup>	65.7133 <sup>cd</sup>	10.6200 <sup>g</sup>	62.4900 <sup>fg</sup>
09	63.177 <sup>a</sup>	15.722 <sup>ab</sup>	56.54 <sup>a</sup>	56.873 <sup>a</sup>	19.5233 <sup>cdef</sup>	47.247 <sup>a</sup>	69.4800 <sup>ab</sup>	11.9200 <sup>f</sup>	65.8400 <sup>cde</sup>
10	55.952 <sup>a</sup>	13.812 <sup>ab</sup>	43.74 <sup>a</sup>	44.570 <sup>bc</sup>	16.3700 <sup>fg</sup>	29.783 <sup>de</sup>	67.3333 <sup>bc</sup>	11.2533 <sup>fg</sup>	57.6967 <sup>hi</sup>
11	56.773 <sup>a</sup>	17.527 <sup>ab</sup>	52.58 <sup>a</sup>	47.157 <sup>b</sup>	21.6533 <sup>bc</sup>	40.120 <sup>abc</sup>	66.3900 <sup>c</sup>	13.4000 <sup>e</sup>	65.0333 <sup>ef</sup>
12	59.990 <sup>a</sup>	14.072 <sup>ab</sup>	47.13 <sup>a</sup>	48.317 <sup>b</sup>	17.6633 <sup>def</sup>	38.330 <sup>bcd</sup>	71.6633 <sup>a</sup>	10.4800 <sup>g</sup>	55.9267 <sup>i</sup>
13	51.958 <sup>a</sup>	18.948 <sup>ab</sup>	51.03 <sup>a</sup>	38.277 <sup>de</sup>	23.6600 <sup>ab</sup>	35.357 <sup>cd</sup>	65.6400 <sup>cd</sup>	14.2367 <sup>d</sup>	66.6967 <sup>bcde</sup>
14	51.858 <sup>a</sup>	19.048 <sup>ab</sup>	51.83 <sup>a</sup>	37.877 <sup>de</sup>	23.7660 <sup>ab</sup>	36.057 <sup>cd</sup>	66.0400 <sup>cd</sup>	14.8367 <sup>d</sup>	67.1967 <sup>bcde</sup>
15	51.768 <sup>a</sup>	18.548 <sup>ab</sup>	52.05 <sup>a</sup>	38.577 <sup>de</sup>	23.5500 <sup>ab</sup>	35.857 <sup>cd</sup>	65.8400 <sup>cd</sup>	14.5467 <sup>d</sup>	66.9967 <sup>bcde</sup>
Padrão	51.397 <sup>a</sup>	16.932 <sup>ab</sup>	45.55 <sup>a</sup>	34.057 <sup>ef</sup>	19.8733 <sup>cde</sup>	22.943 <sup>ef</sup>	68.7367 <sup>b</sup>	13.9900 <sup>de</sup>	68.1567 <sup>bcd</sup>

\* A cor das amostras foram medidas em fatias centrais de 25mm em triplicata no CIEL.

#### 4 CONCLUSÕES

O presente estudo conseguiu demonstrar que preparações de bolo de cenoura sem farinha de trigo e sem glúten são tão bem aceitas quanto à fórmula padrão do produto com farinha de trigo, conferindo aos portadores de Doença Celíaca especial alternativa que atendam às suas necessidades.

A utilização de delineamento experimental por meio da matriz de Plackett e Burman para estudar as cinco variáveis independentes, responsáveis pela formulação do bolo de cenoura, propiciou a confirmação de ingredientes para a obtenção de um produto sem glúten com a mesma qualidade e aceitação global de um produto com farinha de trigo.

Além disso, observou-se que elasticidade, coesividade e maciez são atributos fundamentais em bolo de cenoura para que a aceitação seja garantida, já que a propriedade de textura é importante atributo do produto. Ao contrário, dureza, adesividade e fraturabilidade comprometem a sua aceitação.

Tem-se, portanto, que é possível a substituição de farinha de trigo e outras farinhas com glúten por farinhas livres dessa proteína na preparação de bolo de cenoura e que é importante o rebalanceamento das quantidades dos ingredientes que

constituem a fórmula para que maciez, elasticidade, umidade, cor, sabor, aroma e aceitação global sejam garantidos assim como são apresentados pelo produto original.

## 5 Referências

ACELBRA - ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL. Disponível em <<http://www.acebra.org.br/2004/doencaceliaca.php>>. Acessado em 10 de Março de 2008.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. EMBRAPA Hortaliças. Disponível em <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas\\_ao\\_consumidor/cenoura.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/cenoura.htm)>. Acessado: 21 de Março, 2008.

GARDNER, P.T.; WHITE, T.A.C.; MCPHAIL, D.B.; DUTHIE, G.G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruits juices. **Food Chemistry**, 68, 471-474. 2000.

GRISWOLD, R.M. **The experimental study of foods**. Boston: Houghton Mifflin Company. 1962.

IDRIS, N.; ENBONG, M.S.; ABDULLCH, A.; CHEHA, C.M.; HASSAR, H. Performance evaluation of shortenings based on palm oil and butterfat in yellow cake. **Fett/Lipid, Kuala Lumpur**, 98(4), 144-148. 1996.

KOTZE, L.M.S. *Distúrbios entéricos da absorção*. In: DANI R. **Gastroenterologia essencial**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998.

KOTZE, L.M.S. Doença Celíaca. **J. Bras. Gastroenterol.**, 6(1), 23-34. 2006.

LANDABURO, R.V., PÉREZ, F.S. Celiaquía: nuevos rostros de una antigua enfermedad. **Medicentro**, 6(2), 35-38. 2002.

LÓPEZ, A.C.B.; ACCACIA, J.G.P.; JUNQUEIRA, R.G. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. **Braz. arch. biol. Technol**, 47:63-70. 2004.

MACBETH. M. *Manual de Operação do colorímetro Color Eye 2020 Plus e software COMCOR MS 1500/Plus*. Newburgh. 1985.

MACHADO, L.M.P. Pão sem glúten: Otimização de algumas variáveis de processamento. **Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 186p. 1996.

MOSCATTO, J.A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S.H.; HAULY, M.C.O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24(4), 634-640. 2004.

PEREIRA, J.; CIACCO, C.F.; VILELA, E.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24(4), 494-500. 2004.

PREICHARDT, L.D.; VENDRUSCOLO, C.T; GULARTE, M.A.; MOREIRA, A.S. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. 3(1), 70-76. 2009.

ROCHA, F.L.; MININ, V.P.R.; DELLA LUCIA, F.; MININ, L.A.; COIMBRA, J.S.R. Avaliação da influência do milho QPM nas características sensoriais de bolo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 23(2), 129-134, 2003.

RODRIGUES, M,I e IEMA, A.F. *Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos*. Carita Editora. 2ª ed, 2009

SAE-EAW, A.; CHOMPREEEDA, P.; PRINYAWIWATKUL, W.; HARUTHAITHANASAN, V.; SUWONSICHON, T.; SAIDU, J.E.; XU, Z. Acceptance and purchase intent of US consumers for no wheat rice butter cakes. **Journal of Food Science**, 72(2), 92-97, 2007.

SDEPANIAN, V.L., MORAIS, M.B. de, FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arq. Gastroenterol.**, 36(4), 244-257, 1999.

STABLE MICRO SYSTEMS LTD. *User Manual: Texture Expert for Windows*. Version 1.0. Godalming, 144p. 1995.

TENENHAUS, M.; PAGÉS, P.; AMBROISINE, L.; GUINOT, C. PLS methodology to study relationships between hedonic judgments and product characteristics. **Food Qual. Pref.**, 16, 315-325, 2005.

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

WALKER, S.J. *Celiac Disease*. In: Walker, W. ***Pediatric gastrointestinal disease: Pathophysiology diagnosis management***. St. Louis: Mosby. 1996.

YLIMAKI, G.; HAWRYSH, Z.J.; HARDIN, R.T.; THOMSON, A.B.R. Response surface methodology in the development of rice flour yeast breads: sensory evaluation. **Journal of Food Science**, 56(3), 751-755,759, 1991.

**ARTIGO 3:** Submissão prevista para Journal of Sensory Studies

**PERFIL SENSORIAL , TEMPORAL E ACEITAÇÃO DE BOLOS DE CENOURA SEM  
GLÚTEN DIETÉTICOS E COM SACAROSE**  
**SENSORY PROFILE, TEMPORAL AND ACCEPTANCE OF GLUTEN-FREE CARROT  
CAKE DIET AND SUCROSE**

**Resumo:** O presente estudo teve por objetivo avaliar o perfil sensorial e temporal e o índice de aceitação global de sete diferentes fórmulas de bolos de cenoura com e sem glúten *diet* ou com sacarose. As fórmulas foram previamente determinadas em estudo de delineamento experimental e então submetidas aos testes descritivos de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) com 12 provadores treinados, e Análise de Tempo-Intensidade (TI) com 13 provadores treinados. Os resultados foram analisados por ANOVA, teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e Análise de Componentes Principais (ACP). Para complementar as análises, aplicou-se teste de Aceitação Global (120 consumidores) analisado por ANOVA, Tukey ( $p < 0,05$ ) e Mapa de Preferência Externo (MPREFE) que permitiu conhecer os atributos descritivos preferidos pelo público consumidor a fim de garantir a aceitação do produto. Foram definidos 16 termos descritores para o estudo de ADQ e, somente o atributo gosto doce passou por estudo temporal. Observou-se que as amostras que continham fubá em sua fórmula apresentaram-se mais quebradiças, arenosas, aparentemente mais secas, menos macias e menos elásticas quando comparadas as fórmulas sem fubá. Em contrapartida, as fórmulas sem fubá mostraram-se mais adesivas, porém com melhor sabor e aroma de cenoura, enquanto que a amostra padrão, com glúten e sacarose, caracterizou-se por ser a mais macia, devido a presença de glúten. Quanto ao estudo temporal de gosto doce, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si. As diferenças observadas pela equipe treinada de ADQ não foram detectadas pelos consumidores que demonstraram boa aceitação para todas as amostras sem diferença. Além disso, pelo MPREFE foi possível concluir que os consumidores esperam que bolo de cenoura seja mais macio e úmido, além de poroso e com aroma adocicado, mesmo esses dois últimos atributos sendo esperados em menor intensidade. Concluiu-se, portanto, que a substituição de farinha de trigo e sacarose em bolo de cenoura é possível e atende as expectativas dos consumidores.

**Palavras-chave:** Bolo sem glúten, ADQ, Tempo-Intensidade, Mapa de Preferência Externo

**Abstract:** This study aimed to evaluate both sensory and temporal profile, and the overall acceptance rate of seven different carrot cake formulas, with and without gluten, diet or with sucrose. The formulas were previously determined in an experimental design study and then tested through Quantitative Descriptive Analysis (QDA) with 12 trained panelists, and Analysis of Time-Intensity (TI) with 13 trained panelists. The results were analyzed by ANOVA, Tukey test ( $p < 0.05$ ) and Principal Component Analysis (PCA). In order to complement the analysis, Overall Liking test was carried out with 120 consumers and data were analyzed by ANOVA, Tukey test ( $p < 0.05$ ) and

External Preference Mapping (MPREFE) which could provide the descriptive attributes most preferred by the consumer public in order to ensure product acceptance. Sixteen descriptors were defined during the QDA study, and only the sweet taste attribute was undergone the temporal study. It was observed that the samples that had cornmeal in their formula were more brittle, sandy, apparently drier, less elastic and less soft when compared to formulas without cornmeal. In contrast, the formulas without cornmeal were more adhesive, but with better taste and flavor of carrots, while the standard sample, with gluten and sucrose, was evaluated as being the softest one, due to the presence of gluten. As for the temporal study of sweet taste, the samples showed no significant difference between them. Differences observed by QDA trained staff were not detected by consumers who have demonstrated good acceptance rates for all samples with no difference. Furthermore, MPREFE shows that, for consumers, carrot cakes are supposed to be moist and soft, porous and smell sweet. Therefore, it was concluded that the replacement of wheat flour and sucrose in carrot cake is possible and meets consumer expectations.

**Key-words:** Gluten-free cake, QDA, Time-Intensity study, External Preference Mapping

## 1 Introdução

Entre os produtos de panificação, o bolo vem adquirindo crescente importância no que se refere ao consumo e comercialização no Brasil uma vez que com o auxílio da tecnologia, a sua produção passou de pequena a larga escala, facilitando o acesso dos consumidores ao produto (MOSCATO, PRUDÊNCIO-FERREIRA e HAULY, 2004). Embora não constitua alimento básico como o pão, o bolo é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade. Trata-se de produtos constituídos por misturas em pó de vários ingredientes destinados a preparar alimentos diversos pela complementação com água, leite ou outro produto alimentício, submetidos ou não a posterior cozimento (BRASIL, 1978). A farinha de trigo constitui o ingrediente principal das formulações por fornecer a matriz em torno da qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa (ELDASH e CAMARGO, 1982).

No entanto, existem pessoas que sofrem de doenças que limitam a sua ingestão de alimentos. A Doença Celíaca, por exemplo, é uma intolerância permanente ao glúten que atinge homens e mulheres de todas as idades (RODRIGUES, 2009). Geralmente, celíacos desenvolvem também intolerância á lactose (QUIROS, 1995) e diabetes (VENTURA, 1999). Esse grupo de consumidor e seus familiares devem, portanto, receber atenção especial dos profissionais da saúde e da indústria de

alimentos para que assim possam gozar a vida com mais facilidade, usufruindo de produtos alimentícios alternativos (SVERKER *et al.*, 2007).

No quesito desenvolvimento de novos produtos, a análise sensorial faz-se insubstituível. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é um método descritivo que permite traçar o perfil sensorial de produtos avaliados e, quando associada ao estudo afetivo de consumidor, permite chegar a conclusões de extrema importância, como, por exemplo, saber quais as características sensoriais, em que intensidade está presente nos produtos mais e menos aceitos pelos consumidores e, ainda verificar em que produtos concorrentes diferem entre si. Desta forma, é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou adicionados a um produto para que ele possa superar seu concorrente ou, no caso de um produto alternativo, para que ele possa assemelhar-se ao original, tanto quanto possível. Portanto, a ADQ é uma ferramenta essencial para a garantia e o controle da qualidade de produtos alimentícios (STONE e SIDEL, 1993).

A análise Tempo-Intensidade é um prolongamento da análise sensorial clássica por meio de escalas, provida de informações temporais sobre a sensação percebida (CLIFF e HEYMANN, 1993). Ela quantifica a intensidade percebida de um único estímulo de acordo com o tempo percorrido (velocidade, duração e intensidade) durante a avaliação de uma amostra. É de suma importância a sua aplicação como forma de avaliação de um alimento, uma vez que a percepção do aroma, do sabor e da textura é um fenômeno dinâmico e não estático (MONTEIRO *et al.*, 2005).

A ferramenta Mapa de Preferência Externo permite analisar os dados de análise sensorial a fim de verificar se houve discriminação entre as amostras e identificar diferentes segmentos de consumidor em relação à aceitação. O Mapa Externo da Preferência possibilita relacionar a preferência do consumidor com características físico-químicas e/ou sensoriais do produto, favorecendo o intercâmbio entre Marketing e P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) no sentido de criar produtos que atenderão a expectativa do consumidor (GREENHOOF e MACFIE, 1994).

Diferentemente do que é feito no Mapa Interno da Preferência, o primeiro passo quando se analisa os dados através do Mapa Externo da Preferência consiste em avaliar os produtos em relação às características sensoriais através, por exemplo,

da Análise de Componentes gerando o que pode ser denominado mapa sensorial. Em seguida, cada consumidor (ou grupo de consumidores) é inserido no modelo, sendo correlacionado com as características sensoriais dos produtos, visando representar os consumidores no mapa sensorial (GREENHOOF e MACFIE, 1994).

Vários modelos de regressão podem ser utilizados na análise (vetorial, circular, elíptico ou ponto ideal) os quais vão implicar no relacionamento de determinadas características sensoriais que contribuem ou prejudicam o desempenho do produto em relação à preferência ou outra variável dependente investigada. Assim, se determinado produto foi preferido por determinado segmento de consumidor pode-se inferir que foi devido à presença de atributos sensoriais específicos (ou ausência destes) (GREENHOOF e MACFIE, 1994).

Isso tudo posto, justifica o objetivo da pesquisa que foi descrever o perfil sensorial e temporal de bolos de cenoura sem glúten dietético comparativamente ao bolo de cenoura tradicional, com glúten e sacarose.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Material - Preparo das amostras

Foram elaboradas 7 diferentes fórmulas de bolos de cenoura sendo uma fórmula padrão, com glúten, e as demais preparadas com mix de farinhas livres de glúten (Fécula de Batata Lina Agroindustrial®, Farinha de Arroz Naturato®, Amido de Milho ADRAM® e Fubá Yoki®) em diferentes proporções (Tabela 1).

Tabela 1. Composição dos mix de farinhas sem glúten.

Ingredientes	MIX -1*	MIX +1*	MIX SEM FUBÁ*
	1/4/4/1	2/3/3/2	0/2/2/0,2
Fubá (g)	300	600	0
Farinha de arroz (g)	1200	900	600
Fécula de batata (g)	1200	900	600
Amido de milho (g)	300	600	60

\* os mix *Diet* seguem a mesma composição de farinhas

Os bolos foram preparados peneirando-se, primeiramente, todos os ingredientes secos duas vezes, exceto o fermento em pó. Em seguida, a cenoura, o

óleo e os ovos foram batidos no liquidificador. Acrescentou-se os ingredientes secos a mistura do liquidificador e continuou-se a bater até obter uma massa homogênea. Por fim, o fermento em pó foi adicionado e apenas misturado delicadamente a massa. A massa pronta (que variou de 1025 a 1099g) foi dividida em três porções iguais que foram despejadas em formas de alumínio descartáveis para bolo inglês com capacidade de 350g. As fórmulas dos bolos podem ser observadas na Tabela 2.

Os bolos foram assados por 26 a 30 minutos, em forno elétrico pré-aquecido a 180 – 200°C por 10 minutos. Depois de assados, foram retirados do forno e mantidos nas formas para que esfriassem por completo à temperatura ambiente e conservados em local fechado até o dia seguinte quando se aplicaram os testes sensoriais (Figura 1).

Tabela 2. Composição e codificação das fórmulas de bolo de cenoura avaliada.

Ingredientes	PDR	SG-1	SGD-1	SG+1	SGD+1	SGSF	SGFD
Farinha de trigo (g)	210	-	-	-	-	-	-
Mix - 1(g)	-	210	210	-	-	-	-
Mix +1 (g)	-	-	-	210	210	-	-
Mix sem fubá	-	-	-	-	-	210	210
Ovos (g)	180	240	240	240	240	240	240
Fermento em pó (g)	15	19	20	19	20	19	20
Açúcar refinado (g)	270	270	-	270	-	270	-
Polidextrose (g)	-	-	160	-	160	-	160
Maltitol (g)	-	-	108	-	108	-	108
Sucralose (g)	-	-	0,345	-	0,345	-	0,345
Cenoura cozida (g)	-	250	250	250	250	250	250
Cenoura crua (g)	250	-	-	-	-	-	-
Óleo de milho (ml)	100	110	110	110	110	110	110

PDR: Padrão

SG-1: Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix -1)

SGD-1: Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix -1)

SG+1: Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1)

SGD+1: Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1)

SGSF: Sem Glúten e Sem Fubá

SGFD: Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose



Figura 1. Amostras dos bolos produzidos para o teste sensorial (112: PDR; 124: SG-1; 832: SGD-1; 941: SG+1; 557: SGD+1; 469: SGSF; 378: SGFD).

## 2.2. Análise Sensorial

Para atender aos objetivos desta pesquisa, utilizou-se de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), Análise Tempo-Intensidade (TI) e Aceitação Global.

### 2.2.1 Pré-seleção de provadores para a equipe de ADQ e TI

Para TI, convidou-se um painel de 13 provadores treinados para análise de TI em bolos na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Para a ADQ, 30 candidatos consumidores de bolo de cenoura, dentre alunos, professores e funcionários da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), foram convidados a participar voluntariamente dos testes de pré-seleção. O poder discriminativo dos candidatos foi avaliado por uma sequência de cinco testes triangulares aplicados à Análise Sequencial de Wald (AMERINE *et al.*, 1965). Os provadores, para serem aceitos, deveriam acertar todos os 5 testes. Os parâmetros para a análise da capacidade discriminatória foram pré-fixados em  $p_0 = 0,33$  (para máxima habilidade

aceitável);  $p_1 = 0,66$  (para mínima habilidade aceitável);  $\alpha = 0,20$  (para probabilidade de aceitar candidato sem acuidade);  $\beta = 0,20$  (para probabilidade de rejeitar candidato com acuidade).

As amostras avaliadas nos testes triangulares foram de bolo de laranja industrializado das marcas Renata® e Bauducco® por sua semelhança ao bolo de cenoura. Ao final, foram selecionados 12 provadores para a equipe de ADQ.

## 2.2.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

### 2.2.2.1 Condições de teste

Os testes sensoriais foram aplicados no Laboratório de Análise Sensorial da UFMT, em cabines sensoriais individuais, sob luz branca, temperatura ambiente confortável controlada a 20°C e ausência de ruídos e odores externos. Os provadores dispuseram de água mineral a temperatura ambiente dentro das cabines para limpar o palato.

### 2.2.2.2 Levantamento de termos descritores

De acordo com o Método de Rede descrito por Kelly e citado por MOSKWITZ (1983), os 12 provadores selecionados foram solicitados a descrever as similaridades e diferenças entre os 7 bolos com relação à aparência, aroma, sabor e textura. As amostras foram servidas e avaliadas em 1 trio e 1 quarteto balanceados, diferentemente do que sugere a metodologia, devido ao grande número de amostras, o que desgastaria o provador e exigiria muito de seu tempo caso as amostras fossem servidas aos pares.

### 2.2.2.3 Definição dos termos descritores e referências

Após a aplicação do Método de Rede, os termos descritores que melhor caracterizavam as amostras foram definidos durante reuniões com todos os provadores sob orientação de um moderador. Todos os termos sinônimos foram agrupados em um

único termo. A definição de cada termo descritor e os materiais de referência foi definida, consensualmente, pela equipe durante sessões de avaliação das amostras e referências, além de discussões em grupo. As referências utilizadas para o treinamento foram elaboradas pelo grupo de provadores a partir de sugestões feitas pelos mesmos e de acordo com o que sugere Stone *et al.*, 1979. Os termos, as definições e materiais de referência podem ser vistos no Quadro 1 que foi disponibilizado aos provadores durante as sessões de treinamento. As referências estão disponíveis na Figura 2. Como observado por Battochio (2006), curiosamente os provadores não listaram nenhum atributo negativo referente ao uso de edulcorante artificial, como gosto amargo, gosto doce residual, gosto amargo residual, sabor de remédio, etc. Diferentemente de alguns outros edulcorantes intensos, a sucralose tem a vantagem de não alterar o sabor quando aplicada a preparação de bolos e outros produtos como iogurte (BARBOSA, 2009) e néctar de goiaba (BRITO, 2009).

Ao final, foram elaboradas fichas de avaliação com escalas hedônicas não estruturadas de 9 cm ancoradas em seu extremo esquerdo com o termo “fraco” ou “nenhum” e no direito, com “forte” (STONE *et al.*, 1974).

Quadro 1. Definições e referências para termos descritores de bolos de cenoura sem glúten e padrão.

<b>Atributo</b>	<b>Definição</b>	<b>Referencia</b>
<b>Aparência</b>		
Cor amarela do miolo	Cor amarela característica de bolo de cenoura assado	Fraco: Ruffles® Forte: Marrom glacê Fugini®
Cor caramelo da casca	Cor caramelo característica da crosta de bolo de cenoura assado	Fraco: Marrom glacê Fugini® Forte: Geléia de damasco Queensberry®
Aparência seca	Aparência seca da amostra em relação ao bolo depois de assado	Fraco: bolo de tradicional de trigo molhado com 80ml de leite Forte: bolo de fubá pronto Casa Suíça®
Porosidade	Aparência da massa em relação ao tamanho das bolhas de ar formadas	Fraco: Esponja Scott brite® Forte: Esponja de banho amarela
<b>Aroma</b>		
Adocicado	Aroma relacionado à sacarose e outros compostos voláteis do bolo de cenoura assado	Fraco: leite puro Itambé® Forte: leite condensado puro Elegê®
Cenoura	Aroma relacionado aos compostos voláteis da cenoura do bolo assado	Fraco: 30 g com 120ml de água Forte: 100g de Cenoura com 80 ml de água
Fubá	Aroma relacionado aos compostos voláteis do fubá do bolo assado	Fraco: água Forte: angu- 250g de Milharina®, 800ml de água cozido por 6 minutos
<b>Sabor</b>		
Gosto doce	Gosto estimulado por sacarose e sucralose nos bolos assados	Fraco: Solução de sacarose a 5% (açúcar União®) Forte: solução de sacarose 15%
Sabor de fubá	Sabor estimulado por fubá no bolo assado	Fraco: água Forte: Angu (250g de Milharina®, 800 ml de água cozido por 6 minutos)
Sabor de cenoura	Sabor estimulado por cenoura no bolo assado	Fraco: suco de cenoura diluído (60g cenoura, 1,25l de água) Forte: suco de cenoura concentrado (120g cenoura e 1litro de água)
<b>Textura</b>		
Umidade	Sensação provocada pela quantidade de água presente no bolo	Fraco: bisnaguinha Panco® Forte: Marrom Glacê Fuggini®
Fraturabilidade (quebradiço)	Facilidade de se partir uma fatia de bolo com os dedos	Fraco: pão de forma Premium Panco® Forte: biscoito champagne Bauduco®
Arenosidade (granuloso)	Sensação de grânulos na boca ao mastigar o bolo	Fraco: água Forte: bolo de fubá Casa Suíça®
Adesividade	Força necessária para superar a tração entre o alimento e o palato	Fraco: biscoito champagne Bauduco® Forte: nhoque Mezzani®
Maciez	Força mínima necessária para comprimir a amostra entre os dentes	Fraco: bisnaguinha Panco® Forte: pão de egg sponge Panco®
Elasticidade	Capacidade do bolo em voltar à posição original após a compressão	Fraco: bisnaguinha Panco® Forte: esponja de banho esponjex®



por análise de variância univariada (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e provador).

#### **2.2.2.5 Análise das amostras**

A avaliação definitiva das amostras de bolo de cenoura se deu nas mesmas condições das sessões de treinamento, porém, neste momento, os provadores não mais foram permitidos recorrer às referências.

### **2.2.3 Análise de Tempo-Intensidade (TI)**

#### **2.2.3.1 Condições de teste**

Os testes sensoriais foram aplicados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, em cabines sensoriais individuais informatizadas com o *software* Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI) (BOLINI-CARDELLO *et al.*, 2003), sob luz branca, temperatura ambiente confortável controlada a 22°C e ausência de ruídos e odores externos. Os provadores dispuseram de água mineral a temperatura ambiente dentro das cabines.

#### **2.2.3.2 Levantamento de termos descritores**

Os 13 provadores da equipe, consensualmente, definiram que para o estudo temporal, o atributo “gosto doce” seria o mais importante nas amostras de bolo devido a substituição da sacarose por edulcorante em algumas formulações.

#### **2.2.3.3 Definição dos termos descritores e referências**

A definição e referências para o gosto doce foram às mesmas utilizadas para a ADQ.

Neste teste especificamente não foi necessária a elaboração de fichas de avaliação uma vez que o teste foi realizado em computadores e todas as respostas dos provadores foram registradas em escalas do programa SCDTI. O programa é auto-explicativo, bastante didático e interativo bastando o provador apenas seguir os sinais e comandos que o programa emite em cada estágio do teste.

#### **2.2.3.4 Análise das amostras**

Primeiramente o programa de coleta de dados foi calibrado como segue: Tempo de espera inicial: 10 segundos, Tempo de permanência da amostra na boca: 15 segundos, Tempo após a ingestão da amostra: 50 segundos, Escala de intensidade: 9 cm

A avaliação das amostras se deu nas mesmas condições das sessões de ADQ. Porém neste teste foi solicitado ao provador indicar o tempo em que se iniciou a percepção do estímulo gosto doce; o tempo em que se deu a intensidade máxima deste estímulo; o tempo em que a intensidade do estímulo começou a declinar e, por fim, o tempo em que o estímulo desapareceu. Os parâmetros da curva gerada analisados no teste foram: Tempo para atingir a intensidade máxima do estímulo ( $T_{max}$ ); Intensidade máxima do estímulo ( $I_{max}$ ); Área sob a curva ( $\text{Área}$ ) e Tempo total de duração do estímulo ( $T_{tot}$ ). Ao todo, foram realizadas 4 sessões de teste.

#### **2.2.4 Teste de Aceitação Global**

No laboratório de análise sensorial da UNICAMP, foi realizado também teste de aceitação global dos bolos com 120 consumidores voluntários que registraram suas impressões em escala hedônica não estruturada de 9cm ancoradas em seus extremos com os termos “desgostei extremamente” e “gostei extremamente”. Foram servidas amostras de 15g (2cm x 2cm x 2cm) de cada bolo de forma monódica e em blocos completos balanceados em uma única sessão.

### 2.2.5 Análise dos dados

Os dados foram analisados por ANOVA de duas fontes de variação (amostra e provador) com interação para cada atributo, teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ), Análise de Componentes Principais e Mapa de Preferência Externo. O *software* estatístico utilizado foi o *XLStat* versão 2008.

## 3 Resultados e Discussões

### 3.1 Treinamento da equipe de ADQ

A análise estatística dos dados de cada julgador indica que todos apresentaram bom nível de discriminação, repetitividade e consenso com a equipe. Os gráficos de consenso entre os membros da equipe para os descritores das amostras podem ser vistos nas Figuras do Apêndice 1.

Os provadores que demonstraram dificuldade em avaliar atributos específicos foram re-treinados para os mesmos. De modo geral, pode-se notar que os membros da equipe estavam coerentes entre si apresentando a mesma tendência de resposta para os atributos estudados, comprovados pelos valores de  $p$  de  $F_{amostra}$  e  $F_{repetição}$ .

### 3.2 Avaliação das amostras por ADQ

As médias dos atributos das amostras de bolo estão disponibilizadas na Tabela 3 e o perfil sensorial de cada bolo está traçado na Figura 3.

Tabela 3. Análise de variância e medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) para os atributos estudados em bolos de cenoura com e sem glúten com sacarose e dietético.

Parâmetro	Amostras							R <sup>2</sup>	Pr>F
	PDR	SG+1	SG-1	SGD+1	SGD-1	SGFD	SGSF		
Cora	5,97bc	5,99bc	5,82bc	6,18b	7,02a	5,23d	5,60cd	<,0001	0,3338
Corc	4,32bc	4,54bc	4,92b	6,25a	6,03a	4,17c	3,99c	<,0001	0,4528
Apse	5,77b	6,74a	4,08c	6,29ab	2,69d	4,13c	5,88b	<,0001	0,6357
Poros	6,03a	5,23b	4,91b	5,12b	6,16a	4,97b	5,58ab	<,0001	0,1491
Arad	4,16a	3,74ab	3,32abc	3,13bc	3,16bc	3,15bc	2,82c	0,0001	0,1058
Arce	2,19ab	1,21c	1,27c	1,74bc	1,35c	2,54a	2,17ab	<,0001	0,1915
Arfu	0,43b	1,93a	1,56a	1,95a	1,99a	0,61b	0,67b	<,0001	0,4337
Godos	6,71a	5,66b	5,52bc	4,98c	7,09a	3,38d	2,54e	<,0001	0,7669
Safus	0,63b	2,49a	2,22a	2,27a	2,46a	1,13b	1,11b	<,0001	0,3193
Saces	1,68b	1,37b	1,62b	1,73b	1,41b	1,82b	2,62a	<,0001	0,1225
Umids	5,45a	5,79a	6,78a	4,82a	6,64a	5,63a	5,40a	0,0860	0,0439
Frats	2,68c	6,01ab	6,39a	6,37a	6,48a	5,26b	3,32c	<,0001	0,5928
Arens	1,27d	2,93a	2,23bc	2,76ab	2,89ab	1,92cd	1,67cd	<,0001	0,2857
Ades	4,51b	2,42d	2,89cd	6,53a	3,62c	5,83a	4,59b	<,0001	0,6343
Elas	5,64a	2,64c	2,97bc	2,38c	2,29c	3,73b	5,18a	<,0001	0,5180
Macis	7,55a	6,82b	7,56a	6,73b	7,58a	7,02b	7,72a	<,0001	0,3563

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

Cora: cor amarela do miolo; Corc: cor caramelo da crosta; Apse: aparência seca; Poros: porosidade; Arad: aroma adocicado; Arce: aroma de cenoura; Arfu: aroma de fubá; Godos: gosto doce; Safus: sabor de fubá; Saces: sabor de cenoura; Umids: umidade; Frats: fraturabilidade; Arens: arenosidade; Ades: adesividade; Elas: elasticidade; Macis: maciez.

PDR: Padrão; SG-1: Bolo sem glúten Mix-1; SGD-1: Bolo sem glúten Mix-1 diet; SG+1: Bolo sem glúten Mix+1; SGD+1: Bolo sem glúten Mix+1 diet; SGSF: Bolo sem glúten sem fubá; SGFD: Bolo sem glúten sem fubá diet.

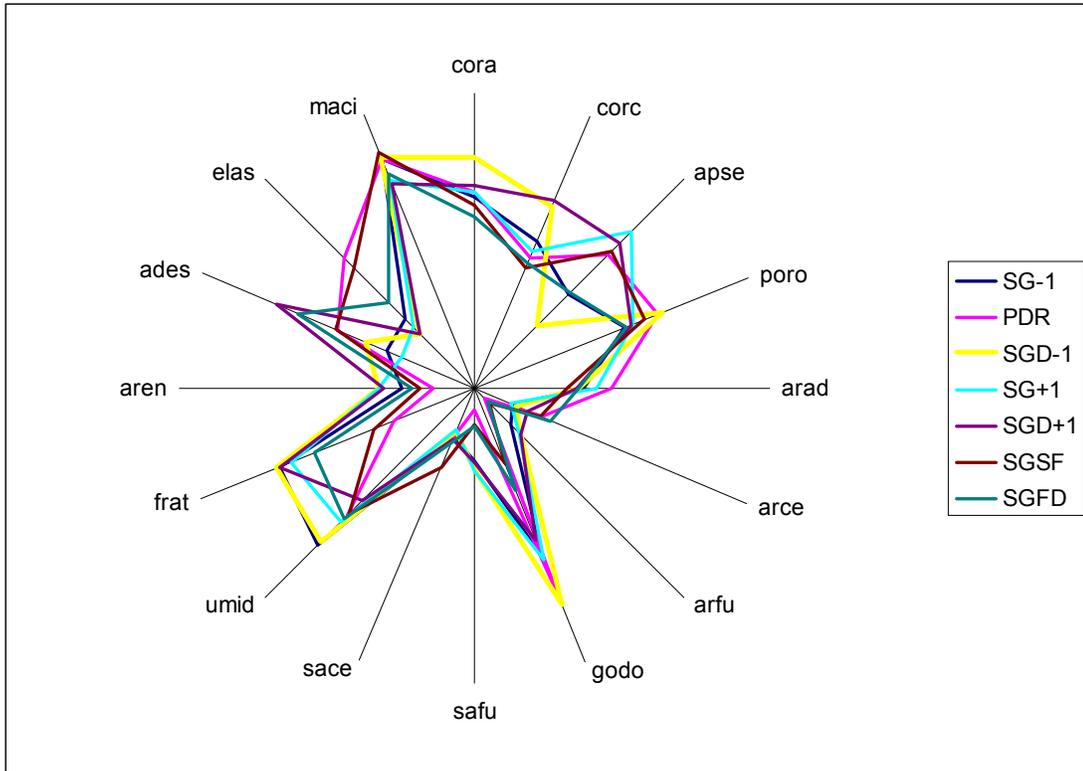


Figura 3. Perfil sensorial das amostras de bolo de cenoura com e sem glúten diet e com sacarose.

**PDR:** Padrão, **SG-1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarore (elaborada com Mix -1), **SGD-1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarore (elaborada com Mix -1), **SG+1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF:** Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD:** Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

Observou-se que para o atributo aparência seca, as amostras que contem maior quantidade de fubá (mix +1) apresentam tal atributo em maior intensidade. Para os atributos fraturabilidade e arenosidade, verificou-se que todas as amostras que contem fubá em sua fórmula, apresentam estes atributos mais intensos que as demais, diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das que não contem fubá na fórmula. Ao mesmo tempo, os bolos com fubá mostram-se menos elásticos e os elaborados com mix +1 demonstram ser os menos macios, resultados também encontrados por Rocha *et al.* (2003) que observaram a influencia de diferentes tipos de fubá de milho em diferentes proporções nas características sensoriais de bolo de fubá. Apesar das diferenças nos atributos referidos, as amostras não diferiram entre si para o atributo umidade.

Os dois componentes principais da Figura 4, juntos conseguem explicar 70% das variações entre as amostras. Os atributos Umidade, Cor Amarela do Miolo, Cor Caramelo da Crosta, Aroma de Fubá, Sabor de Fubá, Arenosidade, Fraturabilidade e Gosto Doce (positivamente) e Elasticidade, Aroma de Cenoura, Sabor de Cenoura, Aparência Seca (negativamente) contribuíram com maior peso para a variabilidade associada ao componente principal I. Os atributos Porosidade, Aroma Adocicado e Maciez (positivamente) e Adesividade (negativamente) foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada ao componente principal II.

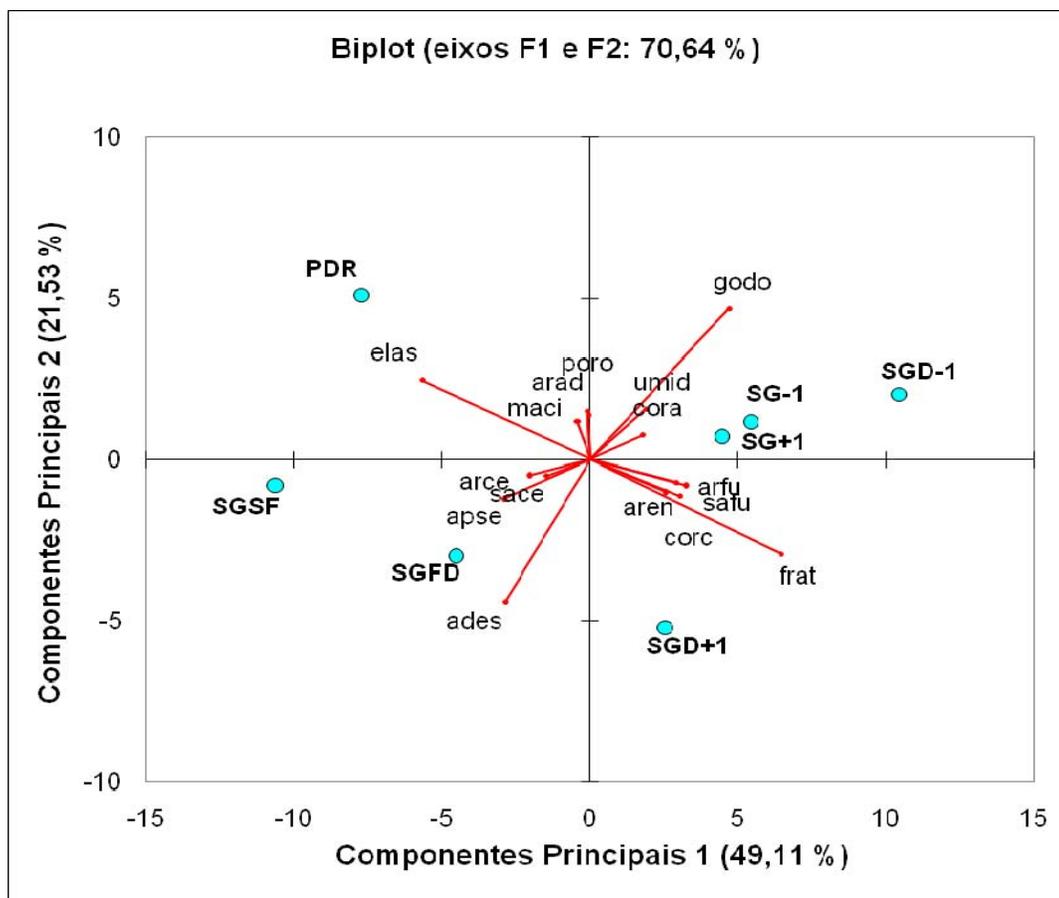


Figura 4. Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos termos descritores da Análise Descritiva Quantitativa de bolos de cenoura com e sem glúten, com e sem sacarose.

Legenda: **PDR**: Padrão, **SG-1**: Sem Glúten com Fubá e Sacarore (elaborada com Mix -1), **SGD-1**: Sem Glúten com Fubá e sem Sacarore (elaborada com Mix -1), **SG+1**: Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1**: Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF**: Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD**: Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

Segundo Munoz, Civille e Carr (1992), em uma figura que represente a Análise de Componentes Principais, vetores com medidas mais distantes do zero correspondem a variáveis com maior influência sobre o valor do componente principal. Isto ocorreu para os atributos Gosto Doce, Fraturabilidade, Adesividade e Elasticidade.

Observando a Figura 4, pode-se verificar que os atributos situados na região esquerda da figura (lado negativo do componente principal I) correlacionam-se negativamente com os atributos posicionados ao lado direito do mesmo eixo (lado positivo do componente principal I). Desta forma, para as amostras estudadas, quanto maior a intensidade de Aroma de Fubá, Sabor de Fubá, Arenosidade e Fraturabilidade, menor a intensidade de Aroma de Cenoura, Sabor de Cenoura, Maciez e Elasticidade, o que segrega as amostras em dois grandes grupos caracterizadas pelos mesmos atributos, sendo as amostras com fubá posicionadas do lado positivo do eixo e as amostras sem fubá alocadas do lado oposto.

Mais detalhadamente, ainda na Figura 4, pode-se notar que as amostras Sem Glúten porem com Fubá foram mais caracterizada pelos atributos gosto doce, fraturabilidade, arenosidade, cor caramelo da crosta, sabor de fubá, aroma de fubá, cor amarela do miolo e umidade, mesmo este ultimo atributo não sendo diferente estatisticamente nas outras amostras ( $p < 0,05$ ).

Por outro lado, as amostras Sem Glúten e Sem Fubá foram caracterizadas pelos atributos adesividade, aparência seca, sabor de cenoura e aroma de cenoura. E, por fim, a amostra do bolo padrão, caracterizou-se por ser elástica, macia e mais porosa, devido à presença do glúten, e com aroma adocicado mais intenso. Portanto mesmo todas as fórmulas sem glúten sendo compostas pelas mesmas quantidades de ingredientes, e diferindo somente na quantidade do mix de farinhas sem glúten, a presença ou ausência de um único ingrediente, neste caso o fubá de milho, determina as características principais de um produto. Esse fenômeno foi observado também por BATTOCHIO (2006) que comparou bolos de linhaça com e sem sacarose, substituindo a sacarose por sucralose, verificando que a sacarose disfarçou alguns atributos do bolo que puderam ser percebidos no bolo com sucralose.

### 3.3 Avaliação das amostras por Tempo Intensidade

As médias dos parâmetros das curvas obtidas podem ser encontradas na tabela 4. Ao observar os resultados dos parâmetros tempo-intensidade estudada para amostras de bolo de cenoura com e sem glúten com e sem sacarose, pode-se verificar que as amostras não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) para TI, total e Área e, para Timax, apenas a amostra Sem Glúten e Sem Fubá Diet difere da amostra Sem Glúten (+1), sendo as demais amostras iguais entre si para o mesmo parâmetro. Isso significa que a substituição da sacarose por sucralose em bolo de fubá sem glúten foi bem sucedida, não alterando o perfil temporal de percepção de doçura na concentração testada, o que também foi comprovado por Battochio (2006) com bolo de linhaça. A Figura 5 expõe a semelhança entre os perfis das amostras para os parâmetros da curva tempo-intensidade analisados.

Tabela 4. Análise de variância e médias de Tukey ( $p < 0,05$ ) para os parâmetros da curva tempo-intensidade estudados para os bolos de cenoura com e sem glúten diet e com sacarose.

Amostra	TI <sub>max</sub>	I <sub>max</sub>	I <sub>total</sub>	Área
PDR	19,6456 <sup>a</sup>	5,9460 <sup>ab</sup>	39,350 <sup>a</sup>	126,76 <sup>a</sup>
SG+1	19,9467 <sup>a</sup>	5,8408 <sup>b</sup>	39,215 <sup>a</sup>	138,81 <sup>a</sup>
SG-1	19,4012 <sup>a</sup>	6,0646 <sup>ab</sup>	37,917 <sup>a</sup>	137,40 <sup>a</sup>
SGD+1	19,8337 <sup>a</sup>	6,0312 <sup>ab</sup>	39,141 <sup>a</sup>	130,72 <sup>a</sup>
SGD-1	20,2998 <sup>a</sup>	5,7658 <sup>b</sup>	38,143 <sup>a</sup>	135,07 <sup>a</sup>
SGSF	19,7646 <sup>a</sup>	6,0217 <sup>ab</sup>	38,654 <sup>a</sup>	138,49 <sup>a</sup>
SGFD	19,4975 <sup>a</sup>	6,7198 <sup>a</sup>	37,350 <sup>a</sup>	141,04 <sup>a</sup>

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

TI<sub>max</sub>: Tempo para atingir a intensidade máxima; I<sub>max</sub>: Intensidade máxima; I<sub>total</sub>: tempo total em que o estímulo foi percebido; Área: Área sobre a curva.

PDR: Padrão; SG-1: Bolo sem glúten Mix-1; SGD-1: Bolo sem glúten Mix-1 diet; SG+1: Bolo sem glúten Mix+1; SGD+1: Bolo sem glúten Mix+1 diet; SGSF: Bolo sem glúten sem fubá; SGFD: Bolo sem glúten sem fubá diet.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para estímulo gosto doce.

Variáveis	TI max	I <sub>max</sub>	I <sub>total</sub>	Área
TI max	<b>1</b>	-0.646	0.292	-0.119
I <sub>max</sub>	-0.646	<b>1</b>	-0.657	0.431
I <sub>total</sub>	0.292	-0.657	<b>1</b>	-0.651
Área	-0.119	0.431	-0.651	<b>1</b>

TI<sub>max</sub>: Tempo para atingir a intensidade máxima; I<sub>max</sub>: Intensidade máxima; I<sub>total</sub>: tempo total em que o estímulo foi percebido Área: Área sobre a curva.

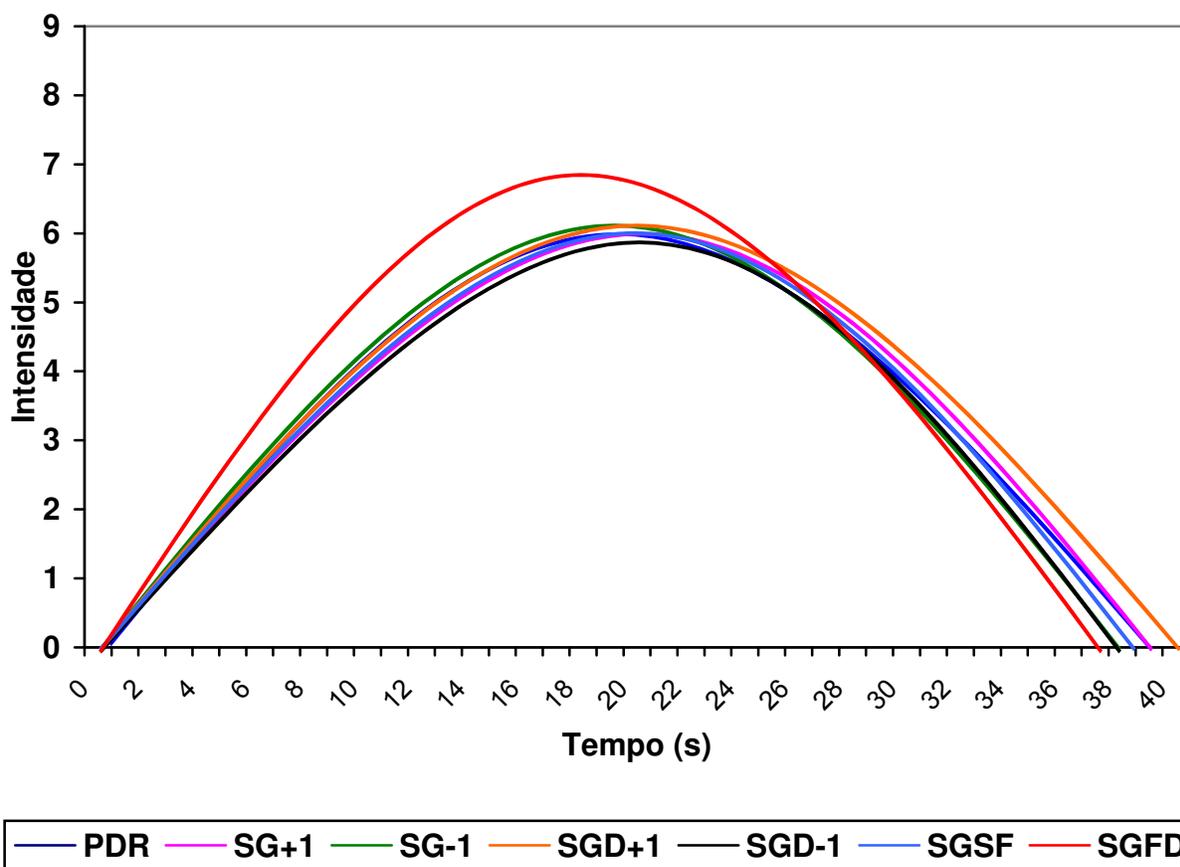


Figura 5. Curvas tempo-intensidade, características do estímulo doce para as amostras de bolo de cenoura com e sem glúten, com e sem sacarose.

**PDR:** Padrão, **SG-1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix -1), **SGD-1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix -1), **SG+1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF:** Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD:** Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

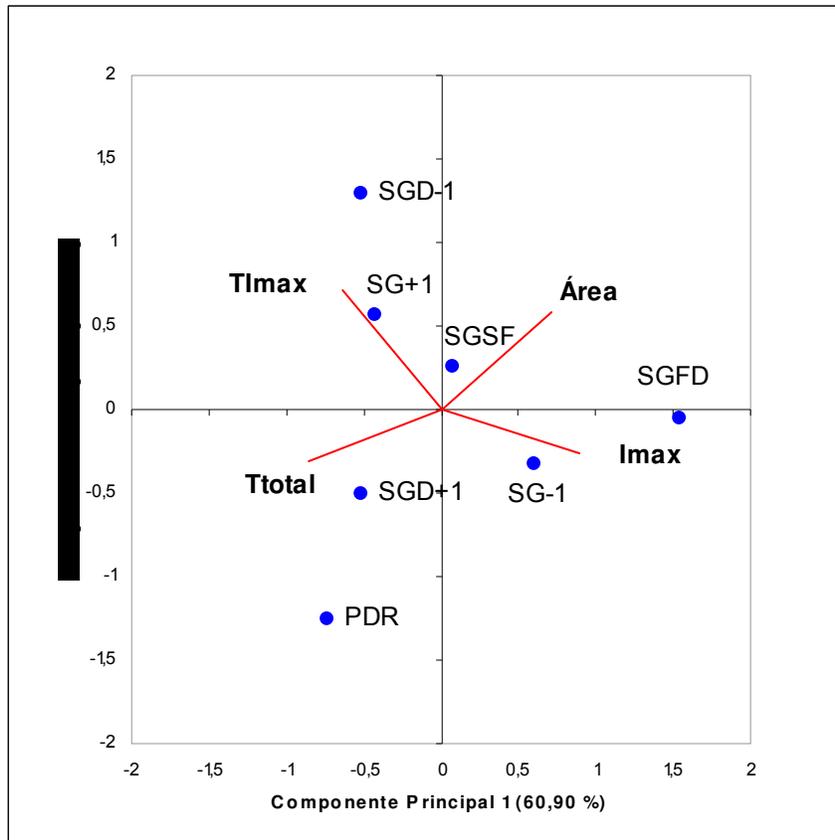


Figura 6. Figura bidimensional da análise de componentes principais dos parâmetros das curvas TI de doçura das amostras analisadas.

**PDR:** Padrão, **SG-1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix -1), **SGD-1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix -1), **SG+1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF:** Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD:** Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

**TImax:** Tempo para atingir a intensidade máxima; **Imax:** Intensidade máxima; **Itotal:** tempo total em que o estímulo foi percebido, **Área:** Área sobre a curva.

A Análise de Componentes Principais (Figura 6) e os parâmetros das curvas tempo-intensidade (Figura 5) mostra que, juntos, os componentes principais 1 e 2 explicam 86,14% da variação entre as amostras, sendo considerada uma ótima explicação. Verificou-se que 60% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (CPI), sendo que o parâmetro Imax contribuiu positivamente para a variabilidade associada a este eixo e, Ttotal, negativamente. Os parâmetros Área e TImax contribuíram positivamente e de forma semelhante para a variabilidade explicada pelo segundo eixo (CPII).

Observa-se nas Figuras 5 e 6 que a amostra Sem Glúten e Sem Fubá Diet apresentou maior intensidade de doçura e menor persistência, porém a amostra padrão (com glúten e sacarose) proporcionou maior persistência do estímulo e a intensidade do mesmo semelhante as demais amostras, não diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ), o que demonstrou a capacidade de substituição da sacarose por sucralose sem prejuízo do gosto doce para as amostras desenvolvidas como substitutas a amostra padrão. Observou-se que o resultado do teste de ADQ e TI para intensidade de gosto doce não foi confirmado. Isso pode ser explicado pela diferença entre as equipes de provadores.

A doçura e sua contribuição ao sabor dos alimentos são extremamente relevantes. É importante considerar que a doçura possui característica particular em diferentes tipos de alimentos e bebidas, e também podem promover efeitos de amargor e sabor residual. Estes fatores influenciam na percepção sensorial dos alimentos e, por isso, devem ser cuidadosamente avaliados no caso de alimentos adoçados artificialmente (PALLAZZO, 2008).

### 3.4 Aceitação Global

A tabela 6 mostra os resultados de aceitação global para as amostras de bolo testadas.

Tabela 6. Análise de variância e médias de Tukey ( $p < 0,05$ ) para aceitação global de amostras de bolo de cenoura com e sem glúten diet e com sacarose.

PDR	SG-1	SGD-1	SG+1	SGD+1	SGSF	SGFD
7,31 <sup>a</sup>	6,79 <sup>a</sup>	7,08 <sup>a</sup>	6,85 <sup>a</sup>	5,35 <sup>b</sup>	7,16 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>

$R^2$ : 0,133044; Pr > F: <,0001

Analisando a Tabela 6, verifica-se que todas as amostras, com exceção da amostra Sem Glúten Diet (+1), foram igualmente bem aceitas não havendo diferença estatística significativa entre elas ao nível de 5% de significância.

A análise estatística de Correlação dos Quadrados Mínimos Parciais (Partial Least Square – PLS) foi realizada para determinar os atributos sensoriais (resultantes

da ADQ) mais valorizados positivamente e negativamente pelos consumidores em teste de Aceitação Global, permitindo a construção do Mapa de Preferência Externo (Figura 6).

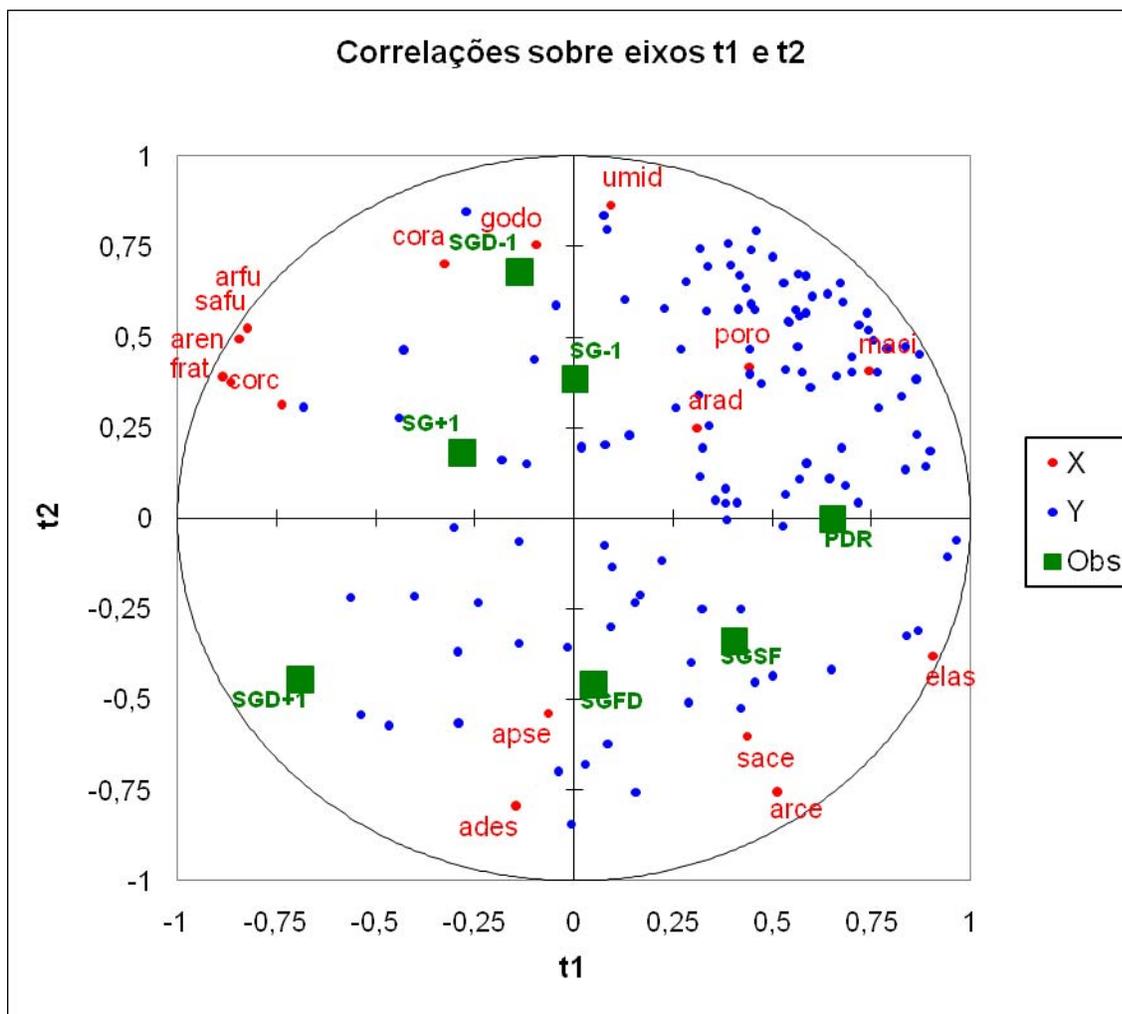


Figura 7. Mapa de Preferência Externo das amostras de bolo de cenoura correlacionadas com suas características sensoriais descritivas e impressão global dos consumidores.

X: Termos descritores das amostras de bolo de cenoura estudadas

Y: Consumidores

Obs.: Amostras de bolo de cenoura estudadas

**PDR:** Padrão, **SG-1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarore (elaborada com Mix -1), **SGD-1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarore (elaborada com Mix -1), **SG+1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF:** Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD:** Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

Interpretando-se o Mapa de Preferência Externo (Figura 7), verifica-se maior concentração de consumidores, representados pelos pontos azuis, no primeiro quadrante do mapa (PC+1 e PC+2) em que estão também projetos os atributos umidade, porosidade, maciez e aroma adocicado, os quais caracterizam melhor as amostras Padrão, Sem Glúten Diet Mix -1 e Sem Glúten Mix -1. Isso quer dizer que os consumidores consideram importante, ou seja, esperam que em bolo de cenoura umidade e maciez estejam presentes em intensidade mais alta e porosidade e aroma adocicado em intensidade mais baixa. Essas características principais garantem a aceitação do produto pelo público consumidor que participou da pesquisa.

Este estudo optou por aplicar a técnica de Mapa de Preferência Externo a fim de contrastar o perfil sensorial das amostras de bolo de cenoura com a preferência do consumidor, assim como fizeram outros autores em seus respectivos estudos com goiabada cascão (PEÇANHA *et al.*, 2006), tomates frescos (PAGLIARINI *et al.*, 2001), carne de carneiro e barras de cereais (PRESCOTT *et al.*, 2001; BOWER e WHITTEN, 2000) e queijo cheddar (YOUNG *et al.*, 2004), demonstrando a utilidade da ferramenta.

#### **4 CONCLUSÕES**

A Análise Descritiva Quantitativa e a Análise de Tempo-Intensidade permitiram concluir que os atributos sensoriais mais importantes na caracterização de bolo de cenoura com e sem glúten *diet* e com sacarose fossem identificados, definidos e quantificados. O uso da ferramenta Mapa de Preferência Externo possibilitou ainda conhecer quais atributos sensoriais foram os maiores responsáveis pela aceitação dos bolos testados.

Conclui-se com esse estudo, portanto, que a substituição de farinha de trigo por *mix* de farinhas sem glúten e substituição de sacarose por sucralose são perfeitamente possíveis e viáveis no preparo de bolo de cenoura uma vez que todas as formulações foram igualmente bem aceitas pelo grupo de consumidores participantes da pesquisa. Apesar de algumas diferenças gerais quanto aos descritores, como por exemplo, amostras que contem fubá em sua composição foram indicadas pela equipe treinada como sendo mais quebradiça e menos macia que as demais, essas diferenças

não foram percebidas significativamente ( $p < 0,05$ ) pelos consumidores, que são provadores não treinados, não influenciando a sua aceitação pelos produtos.

Essa linha de pesquisa demonstrou importância ao proporcionar cada vez mais alternativas simples, porém, importantes, de produtos alimentícios destinados a públicos especiais como os Doentes Celíacos.

## 5 Referencias

BARBOSA, P.B.F. Impacto do edulcorante no perfil sensorial e na aceitação de iogurte natural desnatado batido dietético (*diet*). 2009. 125f. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2009.

BORGES, J.T.S.; PIROZI, M.R.; DELLA LUCIA, S.M.; PEREIRA, P.C.; MORAES, A.R.F.; CASTRO, V.C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. B.CEPPA, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, jan./jun. 2006

BOWER, J.A.; WHITTEN, R. **Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods**. Journal of Sensory Studies, v. 15, p. 327-345, 2000.

BRITO, C.A.K.; BOLINI, H.M.A. Sensorial profile of sweeteners in guava nectar. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 561-572, out./dez. 2009.

CARDELLO, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H. Programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade. Boletim sb CTA. v. 37. Suplemento. p. 54-60. 2003.

CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and Use of Time-Intensity Methodology for Sensory Evaluation: A review. **Food Research International**, v. 26, p. 375-385, 1993.

EL-DASH, A.A.; CAMARGO C.R.O. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1982. 400 p.

GREENHOFF, K.; MacFIE, H.J.H. Preference mapping in practice. In: MacFIE H.J.H.; THOMSON, D.M.H. (Eds.) Measurement of Food Preferences. Glasgow, Blac

MONTEIRO, M.A.M.; MINIM, V.P.R.; SILVA, A.F.; CHAVES, J.B.P.; CARDELLO, H.M.A. Perfil sensorial da bebida café (*Coffea arabica* L.) determinado por análise Tempo-Intensidade. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 772-780, out.-dez. 2005

MOSCATTO, J.A.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; HAULY, M.C.O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 634-640, out./dez. 2004.

MUNOZ, A.M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation in quality control. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

PALLAZZO, A.B. Análise Tempo-Intensidade, Perfil Descritivo e Estudo de Consumidor De Gelatinas Tradicionais E *Diet* Sabor Framboesa. 2008. 117fl. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2008.

ROCHA, F.L.; MINIM, V.P.R.; DELLA LUCIA, F.; MINIM, L.A.; COIMBRA, J.S.R. Avaliação da influencia dos milhos QPM nas características sensoriais de bolo. **Cienc. Tecnol. Aliment.** Campinas, 23(2): 129-134, maio - ago, 2003.

RODRIGUES, S.M.F.; LUPARELLI, P. C.; SCHIEFERDECKER, M. E. M.; VILELA, R. M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 59 n 4, 2009

STONE, H.; SIDEL, J.L. Sensory evaluation: practices. 2nd ed. London: **Academic Press**, 1993. 337 p.

SVERKER, A.; STLUND, G.; HALLERT, C.; HENSING, G. Sharing life with a gluten-intolerant person – the perspective of close relatives. **J Hum Nutr Diet**, 20, pp. 412–422, 2007

PEÇANHA, D.A.; NEVES, T.G.; VERRUMA-BERNARDI, M.R.; DELIZA, R.; ARAUJO, K.G.L.; KAJISHIMA, S.; PINHEIRO, M.S. Qualidade microbiológica, físico-química e sensorial de goiabada tipo cascão produzida na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Braz. J. Food Technol.**, v.9, n.1, p. 25-32, jan./mar. 2006

PAGLIARINI, E.; MONTELEONE, E.; RATTI, S. Sensory profile of eight tomato cultivars (*lycopersicon esculentum*) and its relationship to consumer preference. **Italian Journal Food Science**, v. 13, n. 3, p. 285-296. 2001.

PRESCOTT, J.; YOUNG; O.; O'NEIL, L. The impact of variations in flavour compounds on meat acceptability: a comparison of Japanese and New Zealand consumers. **Food Quality and Preference**, v.12, p. 257-264, 2001.

QUIROS, A.B. Intolerancia a la leche de vaca y enfermedad celiaca, de C. Vázquez González (1970). BOLETÍN DE PEDIATRÍA, v. 36 n. 157, 1995.

YOUNG, N.D.; DRAKE, M.; LOPETCHARAT, K.; McDANIEL, M.R. Preference Mapping of Cheddar Cheese with Varying Maturity Levels. **Journal of Dairy Science** v. 87, n. 1, 2004.

VENTURA A. Coeliac disease and autoimmunity. In: Lohiniemi S, Collin P, Mäki M, eds. Changing features of coeliac disease. **Tampere:** s.n., 1999, p. 67-72.

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VALORES HEDÔNICOS E INSTRUMENTAIS DE BOLOS DE CENOURA SEM GLÚTEN E SACAROSE E DIETÉTICO**

**COMPARATIVE STUDY BETWEEN HEDONIC AND INSTRUMENTAL DATA OF DIET, GLUTEN-FREE AND SUCROSE CARROT CAKES**

**Resumo:** A pesquisa teve por objetivo avaliar o grau de aceitação de 7 fórmulas de bolo de cenoura, padrão e sem glúten com e sem sacarose, para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global com 120 consumidores de bolo de cenoura por utilização de escala hedônica linear de 9cm. Os dados foram analisados por ANOVA, teste de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ), Mapa de Preferência Interno e Dendograma. Além disso, dados de parâmetros de textura como dureza, adesividade, gomosidade, mastigabilidade, coesividade, fraturabilidade e elasticidade, atividade de água e cor das amostras foram analisadas por *Partial Least Square (PLS)* para que fosse possível determinar a influencia desses parâmetros instrumentais na aceitação hedônica dos consumidores. Observou-se que todos os bolos foram bem aceitos, exceto a amostra Sem Glúten *Diet* elaborada com mix +1 (SGD+1) por ter deixado o consumidor em dúvida quanto à doçura, o que também levou a dúvida na intenção de compra. Quanto aos aspectos instrumentais analisados, a coesividade e elasticidade influenciaram positivamente na aceitação dos produtos. Ao contrário, maciez e adesividade foram parâmetros sem relevância para os provadores. Finalmente, obteve-se resultados de intenção de compra para as amostras por meio de escala de atitude estruturada de 5 pontos. Os provadores indicaram ter interesse em adquirir os bolos, com exceção da amostra sem glúten *diet* mix +1 (SGD+1), caso estivessem disponíveis para compra.

**Palavras-chave:** bolo de cenoura, bolo sem glúten, bolo sem sacarose, textura, PLS

**Abstract:** The research aimed to evaluate the acceptability of seven formulas of carrot cake, standard (with gluten and sucrose) and gluten-free with and without sugar. Appearance, aroma, flavor, texture and overall liking were evaluated by 120 consumers of carrot cake by using 9cm-hedonic scale. Data were analyzed by ANOVA, Tukey test ( $p < 0.05$ ), internal preference mapping and dendogram. Furthermore, data of texture parameters such as hardness, adhesiveness, gumminess, chewiness, cohesiveness, fracturability and resilience, water activity and color of the samples were analyzed by Partial Least Square (PLS) to make it possible to determine the influence of instrumental parameters on hedonic consumer acceptance. It was observed that all the cakes were well accepted, except the SGD+1, which sweetness seemed to be questionable. As for the instrumental aspects, cohesiveness and elasticity have positively influenced the acceptance of products. In contrast, softness and adhesion

parameters were not relevant to the panelists. Finally, we obtained results for purchase intention using the 5-point-attitude scale. Panelists indicated an interest in buying the cakes, except for the SGD+1 sample.

**Key-words:** Carrot Cake, Gluten-free Cake, *Diet* cake Texture, Partial Least Square (PLS)

## 1 Introdução

Doença celíaca (DC) é uma intolerância permanente ao glúten cujo tratamento, basicamente dietético, consiste na exclusão total desta proteína da dieta por toda a vida. É de fundamental importância o cumprimento efetivo da dieta sem glúten a fim de preservar as microvilosidades intestinais e, com isso garantir boa absorção de macro e micronutrientes e evitar o desenvolvimento de doenças malignas, particularmente do sistema digestório (SDEPANIAN *et al.*, 2001; PRATESI, GRANDOLFI, 2005; ARAUJO, 2008).

É importante considerar que a refeição não se restringe ao ato de se alimentar, mas cumula também, aspectos sociais (ARAUJO, 2008). A obediência à dieta totalmente isenta de trigo, centeio, cevada, malte, aveia e triticale (híbrido de trigo e cevada) não constitui prática de fácil execução (EGASHIRA *et al.*, 1986). Os pacientes celíacos relatam que a oferta de alimentos sensorialmente apropriados é restrita, o que torna monótona a sua dieta. Os celíacos apontam ainda que os produtos sem glúten disponíveis no mercado são geralmente muito caros. Além disso, situações como viajar, comer fora de casa e não acreditar na segurança dos alimentos são fatores que dificultam aderir a dieta isenta de glúten dos portadores da doença. (ARAUJO, 2008).

Para garantir a dieta isenta de glúten, o celíaco deve conhecer os ingredientes que compõem suas preparações e estar sempre atento a leitura e interpretação das informações trazidas nos rótulos de produtos industrializados (STRINGHETA *et al.*, 2006). O trigo, segundo alimento mais consumido no mundo (FAO, 2001), está presente num extenso número de alimentos na dieta ocidental, não sendo usado exclusivamente como ingrediente básico, mas também aplicado no processamento, transformação e preparo de produtos alimentares industrializados. Isso se deve ao fato de o glúten apresentar alta aplicabilidade tecnológica, determinando

importantes características aos produtos de panificação e massas especialmente, afetando significativamente sua qualidade sensorial e aceitação, despertando, portanto, o interesse das indústrias de alimentos (BEYER, 2002 apud KRAUSE, 2002).

A substituição do glúten em alguns produtos não é simples, mas é possível obter produtos com características sensoriais agradáveis e bem aceitas pelo consumidor, celíaco ou não. Várias tentativas de sucesso são relatadas na literatura a exemplo de Lopez *et al.* (2004) que desenvolveu pão branco com mix de farinhas sem glúten (farinha de arroz, amido de milho e amido de mandioca); Preichardt *et al.* (2009), que avaliaram o efeito de goma xantana em bolos sem glúten preparados com farinha de arroz e farinha de milho.

Bolo é um produto de panificação histórico e consumido mundialmente. No Brasil, o bolo é alimento bastante popular, tendo sido introduzido na culinária do país pelas negras escravas doceiras (FREYRE, 2005) sendo os mais consumidos os de cenoura, bolo de fubá ou de milho, bolo de mandioca com coco, dentre outros.

Diante do exposto, a presente pesquisa buscou analisar sensorialmente a aceitação de fórmulas de bolo de cenoura livre de glúten, dietéticas e com sacarose, para com isso garantir mais uma opção de produto alimentar aos pacientes celíacos.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1 Material - Preparo das amostras

Foram elaboradas 7 diferentes fórmulas de bolos de cenoura sendo uma fórmula padrão, com glúten, e as demais preparadas com mix de farinhas livres de glúten (Fécula de Batata Lina Agroindustrial®, Farinha de Arroz Naturato®, Amido de Milho ADRAM® e Fubá Yoki®) em diferentes proporções (Tabela 1).

Tabela 1. Composição dos mix de farinhas sem glúten.

Ingredientes	MIX -1* 1/4/4/1	MIX +1* 2/3/3/2	MIX SEM FUBÁ* 0/2/2/0,1
Fubá (g)	300	600	-----
Farinha de arroz (g)	1200	900	600
Fécula de batata (g)	1200	900	600
Amido de milho (g)	300	600	60

\* os mix *Diet* seguem a mesma composição de farinhas

Os bolos foram preparados peneirando-se, primeiramente, todos os ingredientes secos duas vezes, exceto o fermento em pó. Em seguida, a cenoura, o óleo e os ovos foram batidos no liquidificador. Acrescentaram-se os ingredientes secos a mistura do liquidificador e continuou-se a bater até obter uma massa homogênea. Por fim, o fermento em pó foi adicionado e apenas misturado delicadamente a massa. A massa pronta foi dividida em três porções iguais que foram despejadas em formas de alumínio descartáveis para bolo inglês com capacidade de 350g. As fórmulas dos bolos podem ser vistas na Tabela 2.

Os bolos foram assados por 26 a 30 minutos, em forno elétrico pré-aquecido a 180 – 200°C por 10 minutos. Depois de assados, foram retirados do forno e mantidos nas formas para que esfriassem por completo à temperatura ambiente e conservados em local fechado até o dia seguinte quando se aplicou os testes sensoriais.



Figura 1. Bolos de cenoura padrão e sem glúten, diet e com sacarose produzidos para a análise sensorial. 1- PDR (padrão), 2-SG-1 (sem glúten mix-1), 3-SGD-1 (sem glúten *diet* mix-1), 4-SG+1(sem glúten mix+1), 5-SGD+1 (sem glúten *diet* mix+1), 6-SGSF (sem glúten sem fubá), 7-SGFD (sem glúten sem fubá *diet*)

Tabela 2. Composição e codificação das fórmulas de bolo de cenoura avaliadas.

Ingredientes	Padrão (PDR)	Sem glúten com fubá e sacarose (SG-1)	Sem glúten com fubá e sem sacarose ( <i>Diet</i> ) SGD-1	Sem glúten com fubá e sacarose (SG+1)	Sem glúten com fubá e sem sacarose ( <i>Diet</i> ) SGD+1	Sem glúten sem fubá e sacarose (SGSF)	Sem glúten sem fubá e sem sacarose ( <i>Diet</i> ) SGFD
Farinha de trigo (g)	210						
Mix - 1(g)	-	210	210				
Mix +1 (g)				210	210		
Mix sem fubá						210	210
Ovos (g)	180	240	240	240	240	240	240
Fermento em pó (g)	15	19	20	19	20	19	20
Açúcar refinado (g)	270	270	-	270	-	270	-
Polidextrose (g)	-	-	160	-	160	-	160
Maltitol (g)	-	-	108	-	108	-	108
Sucralose (g)	-	-	0,345	-	0,345	-	0,345
Cenoura cozida (g)	-	250	250	250	250	250	250
Cenoura crua (g)	250	-	-	-	-	-	-
Óleo de milho (ml)	100	110	110	110	110	110	110

## 2.2 Análise Sensorial

### 2.2.1 Aceitação da Doçura

A doçura das amostras de bolo foi avaliada por 120 consumidores que deveriam indicar o quão ideal era a doçura de cada amostra registrando sua avaliação em escala hedônica estruturada de 9 pontos (Figura 2).

Avalie a DOÇURA da amostra e indique, usando a escala abaixo, o quão próxima do ideal encontra-se a doçura.

- extremamente menos doce do que o ideal
- muito menos doce do que o ideal
- moderadamente menos doce do que o ideal
- ligeiramente menos doce do que o ideal
- ideal
- ligeiramente mais doce do que o ideal
- moderadamente mais doce do que o ideal
- muito mais doce do que o ideal
- extremamente mais doce do que o ideal

Figura 2. Escala hedônica utilizada para avaliar a doçura ideal das amostras de bolo de cenoura estudadas

### 2.2.2 Teste de Aceitação

No laboratório de análise sensorial da UNICAMP, foi realizado teste de aceitação para os atributos aparência, aroma, sabor, maciez e aceitação global das amostras de bolo de cenoura com 120 consumidores voluntários que registraram suas análises em escala hedônica não estruturada de 9cm ancoradas em seus extremos com os termos “desgostei extremamente” e “gostei extremamente” (REIS; MINIM, 2006). Foram servidas amostras de 15g (2cm x 2cm x 2cm) de cada bolo de forma monádica e em blocos completos balanceados em uma única sessão. Os provadores dispuseram de água mineral a temperatura ambiente para que pudessem lavar a boca entre a avaliação de uma amostra e outra.

### 2.2.3 Teste de Intenção de Compra

Na mesma ficha do teste de aceitação, foi incluída a ficha de análise de Intenção de Compra que foi respondida pelos mesmos provadores no momento do teste de aceitação. Utilizou-se da escala de atitude estruturada de 5 pontos variando entre “certamente não compraria o produto” (1) e “certamente compraria o produto” (5) (MEILGAARD *et al.*, 1999).

## 2.3 Análise Instrumental

As análises foram realizadas em três repetições, tomando-se amostras de três diferentes lotes. Os testes realizados apresentam-se a seguir.

### 2.3.1 Análise de Cor

A cor das amostras foi determinada utilizando o colorímetro Hunter Lab, modelo Color Quest II, previamente calibrado, para os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , no qual  $L^*$  define a luminosidade ( $L^* = 0$  preto e  $L^* = 100$  branco) e  $a^*$  e  $b^*$  associam-se a cromaticidade ( $+a^*$  vermelho e  $-a^*$  verde,  $+b^*$  amarelo e  $-b^*$  azul).

### 2.3.2 Análise de Textura e Atividade de Água

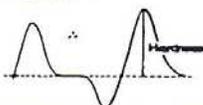
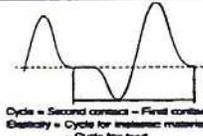
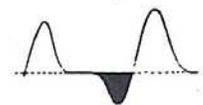
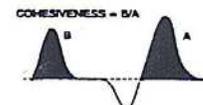
A análise instrumental da textura dos bolos de cenoura foi feita através do texturômetro TAXT2, equipado com um probe cilíndrico de alumínio de 100 mm de diâmetro, adequado a este tipo de produto. Os testes foram realizados nas seguintes condições:

- Força em compressão;
- Velocidade de teste: 2 mm/s;
- Velocidade de pré-teste: 5 mm/s;
- Velocidade de pós-teste: 5 mm/s;
- Força de contato: 50 g;
- Distância: 15 mm;
- Sensibilidade do aparelho: 50 g.

Os parâmetros de textura instrumental avaliados foram: dureza, adesividade, coesividade, gomosidade, elasticidade, maciez, fraturabilidade e mastigabilidade, sendo expressos através da média de três repetições. Foram utilizadas fatias centrais dos bolos, cada uma com 25 mm de espessura, e analisadas ao longo de seu comprimento. As amostras foram fabricadas no dia anterior ao teste.

A atividade de água das amostras de bolo de cenoura foi medida em triplicata através do equipamento AquaLab®.

Quadro 1. Definição sensorial, física e instrumental dos parâmetros de textura Dureza, Elasticidade, Adesividade, Coesividade, Fraturabilidade, Mastigabilidade e Gomosidade.

Propriedades	Sensoriais	Físicas	Instrumentais
<b>Dureza (Hardness)</b>	Força requerida para a compressão de um alimento entre os dentes molares.	Força necessária para produzir uma certa deformação.	
<b>Elasticidade (Elasticity)</b>	Grau no qual o alimento volta a sua posição original, após a compressão dos dentes	Velocidade na qual um alimento deformado retorna à condição não deformada após a remoção da força.	 Cycle = Second contact - First contact Elasticity = Cycle for inelastic material - Cycle for food
<b>Adesividade (Adhesiveness)</b>	Força requerida para remover o material que adere a boca (palato) durante o processo de mastigação.	Energia necessária para superar as forças de adesão entre a superfície do alimento e o suporte no qual o alimento está em contato.	
<b>Coesividade (Cohesiveness)</b>	Grau ao qual um alimento é comprimido entre os dentes antes de romper.	Extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura.	
<b>Fraturabilidade (Brittleness)</b>	Força na qual um alimento é esmagado em pedaços.	Força na qual ocorre fratura do alimento.	
<b>Mastigabilidade (Chewiness)</b>	Tempo requerido para mastigar um alimento, a uma velocidade constante, para reduzi-la a uma consistência adequada para a deglutição.	Energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição (dureza x coesividade x elasticidade).	= Hardness x Cohesiveness x Elasticity
<b>Gomosidade (Gumminess)</b>	Densidade que persiste durante a mastigação; energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para a mastigação.	Energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido até estar pronto para deglutição (dureza x coesividade).	= Hardness x Cohesiveness

## **2.4 Análise de dados**

Os dados de doçura ideal, assim como os de intenção de compra, foram analisados por frequência (porcentagem).

Os dados de aceitação foram analisados por ANOVA de duas fontes de variação (amostra e provador) com interação para cada atributo, teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ), Mapa de Preferência Interno (MDPREF), Correlação dos Quadrados Mínimos Parciais (Partial Least Square – PLS) e Dendograma como forma de uma Análise de Cluster.

Os dados das medidas instrumentais obtidos foram submetidos ao teste de média de Tukey ( $p < 0,05$ ). O *software* estatístico utilizado foi o *XLStat* versão 2008.

## **3 Resultados e Discussões**

### **3.1 Análise Sensorial**

#### **3.1.1 Determinação de doçura ideal por escala hedônica**

De acordo com os dados da Tabela 3, pode-se observar que a maioria dos provadores indicou a doçura dos bolos como ideal, o que significa que a concentração de açúcar ou edulcorante nas fórmulas foi suficiente para adoçar os bolos na intensidade melhor aceita pelos consumidores que participaram do teste. A única amostra que se apresentou destoante das demais quanto a doçura ideal foi a SGD+1, onde 30,41% acharam a mesma moderadamente menos doce que o ideal e 29,49% ligeiramente mais doce que o ideal, resultados que apontam que mais de 50% dos participantes não conseguiram chegar a um consenso quanto a doçura da mesma.

Tabela 3. Porcentagem de “aceitação” de doçura dos bolos de cenoura com e sem glúten *diet* e com sacarose.

Amostra	Extrema mente menos	Muito menos	Moderadame nte menos	Ligeiramente menos	Ideal	Ligeirame nte mais	Moderadame nte mais	Muito mais	Extrema mente mais
PDR	0.00	8.02	6.13	14.15	<b>57.08</b>	13.21	1.42	0.00	0.00
SG-1	0.00	2.76	9.68	13.82	<b>62.67</b>	6.91	4.15	0.00	0.00
SGD-1	0.00	0.92	14.29	18.89	<b>51.61</b>	11.98	2.30	0.00	0.00
SG+1	0.00	0.00	5.53	23.50	<b>59.45</b>	8.76	1.38	1.38	0.00
<b>SGD+1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>30.41</b>	<b>0.00</b>	<b>32.26</b>	<b>29.49</b>	<b>1.84</b>	<b>0.00</b>	<b>5.99</b>
SGSF	0.00	8.76	6.45	21.66	<b>42.86</b>	16.13	2.76	1.38	0.00
SGFD	0.00	0.00	5.07	21.66	<b>47.00</b>	13.36	11.06	1.84	0.00

**PDR:** Padrão, **SG-1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarore (elaborada com Mix -1), **SGD-1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarore (elaborada com Mix -1), **SG+1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF:** Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD:** Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

A Tabela 4 apresenta as médias de aceitação das amostras de bolo de cenoura estudadas para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Observando os dados da Tabela 4, verifica-se que para os atributos aparência, aroma e impressão global, a única amostra diferente estatisticamente é a amostra SGD+1, tendo esta recebido menores médias, sendo, portanto, menos aceita que as demais amostras ( $p < 0,05$ ) para os referidos atributos. Estes resultados podem ser explicados pela maior concentração de fubá e ausência de sacarose na fórmula da amostra, que de acordo com a doçura ideal avaliada pelos consumidores a mesma apresentou resultados que definiram o consumidor indeciso quanto a esse atributo (Tabela 3).

Apesar de a concentração de fubá ser a mesma da amostra correspondente tradicional (SG+1), a ausência da sacarose provavelmente permitiu esta variação, confirmando os resultados da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (vide capítulo 4) e resultados encontrados por Rocha *et al.* (2003) que observaram a influência de diferentes tipos de fubá de milho em diferentes proporções nas características sensoriais de bolo de fubá e, por BATTOCHIO (2006) que comparou bolos de linhaça com e sem sacarose, substituindo a sacarose por sucralose, verificando que a

sacarose mascarou alguns atributos do bolo que puderam ser percebidos no bolo com sucralose.

Tabela 4. Médias obtidas para o teste de aceitação de bolos de cenoura com e sem glúten *diet* e com sacarose (n=120)

Amostra	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP. GLOBAL*
PDR	7,31a	6,92a	7,32ab	7,86a	7,31a
SG-1	7,33a	6,71a	7,09ab	6,82ab	6,79a
SGD-1	7,14a	7,01a	7,11ab	6,82ab	7,08a
SG+1	7,12a	6,70a	6,76b	6,71ab	6,85a
<b>SGD+1</b>	<b>5,37b</b>	<b>5,45b</b>	<b>5,21c</b>	<b>5,72b</b>	<b>5,35b</b>
SGSF	7,31a	6,82a	7,38a	7,05a	7,16a
SGFD	6,92a	6,75a	7,02ab	6,87ab	6,92a
R <sup>2</sup>	0,145861	0,082596	0,184276	0,035874	0,133044
Pr > F	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

Medias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si a  $p < 0,05$ , segundo o teste de *Tukey*.

\* impressão global

**PDR**: Padrão, **SG-1**: Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix -1), **SGD-1**: Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix -1), **SG+1**: Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1**: Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF**: Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD**: Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

Para o atributo sabor, a amostra melhor aceita foi a SGSF, não diferindo significativamente da sua versão *diet* (SGFD) e esta não diferiu da amostra Padrão (PDR). Praticamente o mesmo resultado pode ser visto com relação ao atributo textura, em que as amostras PDR, SGSF e SGFD foram estatisticamente iguais, sendo as mais preferidas das amostras. Evidencia-se com estes resultados que os consumidores indicaram que as melhores alternativas sem glúten, *diet* ou não, ao bolo de cenoura tradicional devem ser elaboradas sem fubá, confirmando mais uma vez os resultados da ADQ que apontam que o fubá proporciona características muito marcantes aos bolos, como: cor mais amarela, aparência seca, aroma e sabor de fubá e menos maciez, descaracterizando o bolo de cenoura tão tradicionalmente conhecido pelo consumidor brasileiro.

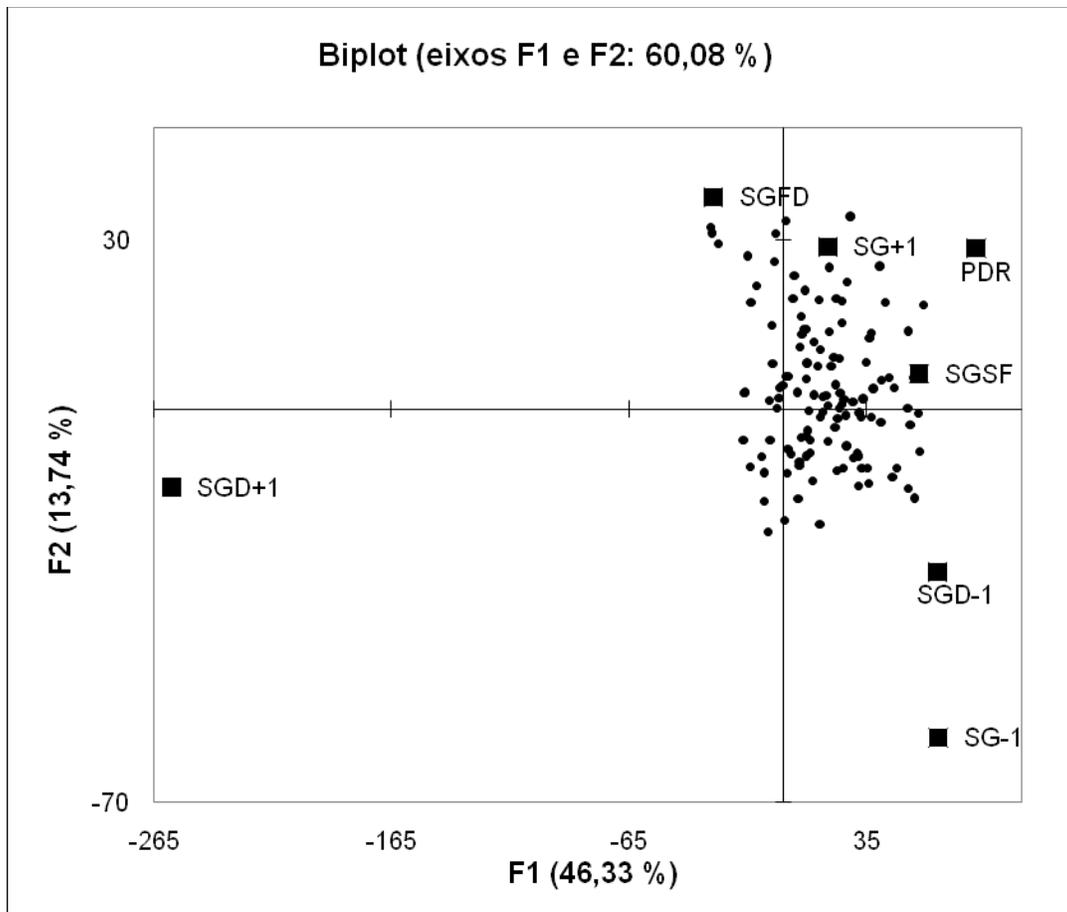


Figura 3. Figura bidimensional do mapa de preferência interno das amostras de bolos de cenoura com e sem glúten *diet* e com sacarose.

**PDR:** Padrão, **SG-1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarore (elaborada com Mix -1), **SGD-1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarore (elaborada com Mix -1), **SG+1:** Sem Glúten com Fubá e Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGD+1:** Sem Glúten com Fubá e sem Sacarose (elaborada com Mix +1), **SGSF:** Sem Glúten e Sem Fubá, **SGFD:** Sem Glúten, sem Fubá e sem Sacarose.

A ferramenta Mapa de Preferência Interno é uma técnica que tem por finalidade analisar dados afetivos considerando as respostas individuais de cada provador e não somente a média geral do grupo de consumidores que avaliaram o produto. O MDPREF é utilizado pra realizar análise apenas sobre o conjunto de dados de aceitação/preferência gerados por testes afetivos (BERING; SILVA; WAKELING, 1999).

O Mapa de Preferência Interno (MDPREF) (Figura 3) reproduz graficamente os resultados de aceitação dos bolos e explica 60% das variações entre as amostras. No gráfico, os consumidores são representados por pontos pretos posicionados o mais

próximo possível de suas amostras de preferência. Com isso, verifica-se que os provadores preferiram as amostras SGSF, SGFD, SG+1, PDR, SGD-1 e SG-1. Ao contrário, gostaram menos da amostra SGD+1, não tendo sido localizado nenhum provador próximo a esta amostra.

Sae-Eaw *et al.* (2007), desenvolveram *butter cake* com farinha de arroz em substituição a farinha de trigo e obtiveram sucesso, sendo as amostras muito bem aceitas pelos consumidores americanos que participaram de seus testes. Ferreira e colaboradores (2009) desenvolveram *cookies* de chocolate com mixes de farinha de sorgo, farinha de arroz e amido de milho e avaliaram o perfil de textura por ADQ e o nível de aceitação dos *cookies* comparativamente a *cookies* de chocolates comerciais tradicionais, ou seja, com farinha de trigo. Os resultados desses autores foram animadores uma vez que os produtos em teste não diferiram dos comerciais, exceto para os atributos odor e cor que se apresentaram mais intensos nas amostras com sorgo. Mas, ainda com essa pequena diferença, os *cookies* sem glúten foram muito bem aceitos pelos consumidores celíacos e não celíacos, demonstrando mais uma vez que a eliminação do glúten é possível.

### 3.1.2 Teste de Intenção de Compra

Com relação à intenção de compra, os consumidores revelaram ter grande interesse em adquirir a maioria das amostras se as mesmas estivessem disponíveis no mercado, indicando o termo de atitude “Provavelmente Compraria” em sua maioria (Figura 4).

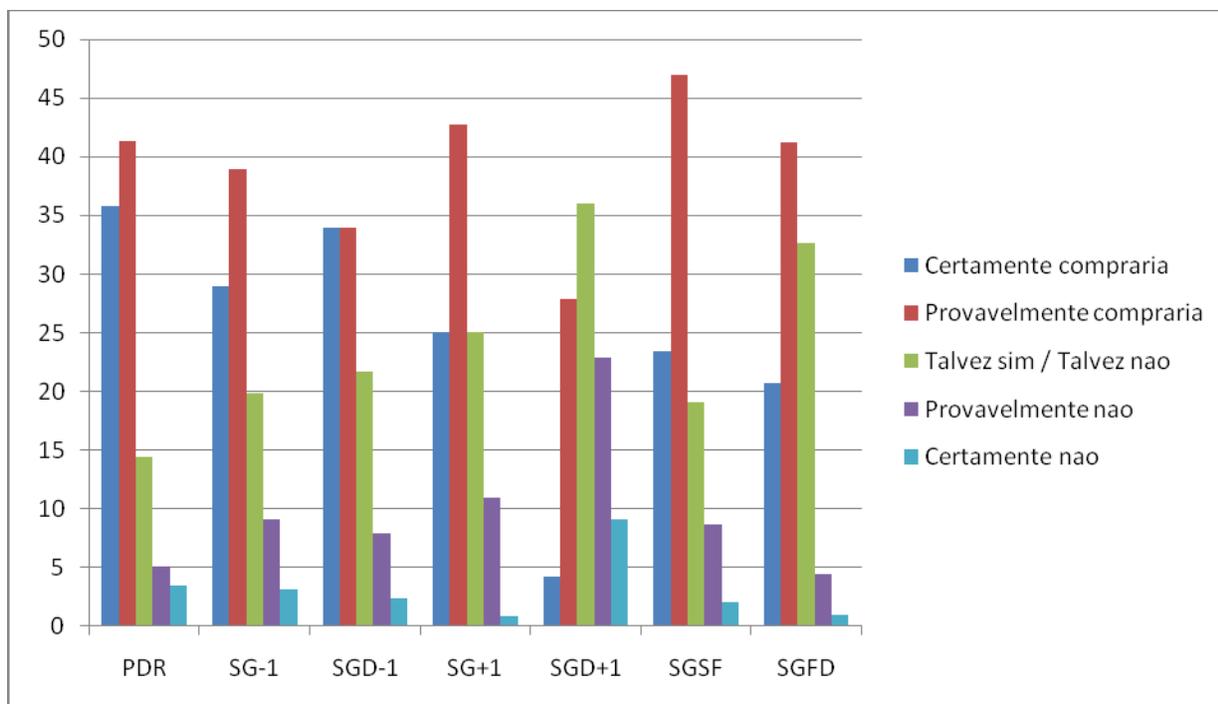


Figura 4. Distribuição de freqüência das notas correspondentes à escala utilizada para avaliar a intenção de compra para as amostras de bolo de cenoura estudados.

Exceção deve ser atribuída à amostra SGD+1, para a qual os provadores mostraram-se indecisos em relação à compra, o que, confirma os resultados de aceitação apresentados na Tabela 4.

## 3.2 Análise Instrumental

### 3.2.1 Cor

Os resultados de análise de cor da crosta e do miolo dos bolos de cenoura podem ser vistos na Tabela 5.

Com relação a cor, a amostra SGSF mostrou ter a crosta e miolo mais claros, enquanto que a SG+1, apresentou crosta mais escura e a PDR miolo mais escuro, não diferindo da SG+1 e nem da SGD-1. Para a coordenada  $a^*$ , as amostras SG-1 e sua versão *diet*, apresentaram maior intensidade de componente vermelho na cor da crosta, enquanto que as duas amostras Sem Glúten Sem Fubá (SGSF e SGFD)

apresentaram menor intensidade. Os resultados para o miolo foram praticamente os mesmos para essa coordenada.

A diferença se observa na amostra SG+1, que apresentou mesma intensidade de componente vermelho que as duas amostras Sem Glúten preparadas com Mix -1 (SG-1 e SGD-1) e; a amostra SGD+1 mostrou menor intensidade desse componente igualmente às amostras Sem Glúten Sem Fubá (SGSF SGFD). Com relação a coordenada  $b^*$ , nota-se que as duas amostras Sem Glúten preparadas com Mix -1 tem maior intensidade de componente amarelo tanto para a crosta quanto para o miolo enquanto as duas amostras Sem Glúten Sem Fubá e a amostra Sem Glúten *Diet* (Mix +1), apresentaram menor intensidade do mesmo componente. De modo geral, pode-se afirmar que as amostras Sem Glúten Sem Fubá com e sem sacarose foram às amostras mais claras e menos amarelas para ambas a crosta e miolo.

Tabela 5. Resultados da análise de cor para amostras de bolos de cenoura estudadas.

Amostra	Crosta			Miolo		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
PDR	39,27 <sup>de</sup>	19,60 <sup>bc</sup>	29,13 <sup>ab</sup>	64,80, <sup>e</sup>	12,33 <sup>b</sup>	63,33 <sup>b</sup>
SG+1	36,23 <sup>e</sup>	17,66 <sup>c</sup>	23,60 <sup>b</sup>	65,60 <sup>de</sup>	14,77 <sup>a</sup>	65,43 <sup>ab</sup>
SGD+1	49,10 <sup>bc</sup>	-6,53 <sup>d</sup>	-4,30 <sup>c</sup>	70,47 <sup>ab</sup>	-0,43 <sup>c</sup>	-0,57 <sup>c</sup>
SG-1	44,20 <sup>cd</sup>	22,73 <sup>a</sup>	35,43 <sup>a</sup>	69,23 <sup>bc</sup>	14,10 <sup>a</sup>	67,27 <sup>a</sup>
SGD-1	42,70 <sup>cde</sup>	21,63 <sup>ab</sup>	35,36 <sup>a</sup>	66,83 <sup>cde</sup>	15,30 <sup>a</sup>	67,37 <sup>a</sup>
SGFD	52,40 <sup>b</sup>	-5,80 <sup>d</sup>	-4,27 <sup>c</sup>	69,10 <sup>bcd</sup>	-0,80 <sup>c</sup>	-0,20 <sup>c</sup>
SGSF	60,67 <sup>a</sup>	-5,00 <sup>d</sup>	-3,87 <sup>c</sup>	73,50 <sup>a</sup>	-0,37 <sup>c</sup>	-0,63 <sup>c</sup>
Pr > F	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
R <sup>2</sup>	0,936008	0,995770	0,974172	0,936008	0,996029	0,999453

onde: L\* = luminosidade, +a\* = vermelho, -a\* = verde, +b\* = laranja, -b\* = azul.

Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a  $p < 0,05$ , segundo o teste de *Tukey*.

### 3.2.2 Textura e Atividade de Água

A dureza ou firmeza de produtos de panificação, avaliada por métodos instrumentais (texturômetros) é proporcional à força aplicada para ocasionar uma deformação ou rompimento da amostra (Quadro 1) e está correlacionada com a mordida humana durante a ingestão dos alimentos. A força máxima avaliada, para alimentos dessa natureza é dependente da formulação (qualidade da farinha,

quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes e ovos), umidade da massa e conservação (tempo de fabricação do produto e embalagem) (ESTELLER *et al.*, 2004a).

No processo de incorporação de ar, os ingredientes não são solubilizados completamente. Ocorre liberação de gás carbônico antes e durante o forneamento. Durante a cocção ocorre, também, volatilização do vapor d'água da massa e formação de uma matriz complexa de amido gelatinizado e proteínas, que aprisionam o material volátil e formam alvéolos de tamanhos variados (ESTELLER *et al.*, 2004b).

Essas “bolhas” de ar (em forma de espuma), distribuídos de forma não uniforme, podem representar, em uma mesma amostra, variações nos valores de firmeza e influenciar os outros parâmetros de textura como valores baixos de firmeza (ou maior maciez) para o miolo de bolos com bastante umidade, gordura e açúcar, que exercem efeito amaciante na massa. Bolo com tempo excessivo de forneamento, que tenha perdido de alguma forma a umidade (embalagem aberta, por exemplo), apresenta-se como uma massa firme que necessita de maior salivação e mastigação (ESTELLER *et al.*, 2004a; ESTELLER *et al.*, 2006 b).

As amostras PDR, SG+1, SG-1 e SGD-1 não diferiram significativamente (Tabela 6) e foram as amostras mais duras e quebradiças. As ligações cruzadas das grandes moléculas de glúten (glutenina e gliadina) com ovo albumina, amilose e amilopectina na amostra padrão e a menor atividade de água das amostras podem ter ocasionado maior resistência da massa à compressão.

A manutenção da coesividade em derivados de trigo está relacionada principalmente às interações moleculares dos componentes, principalmente pontes de hidrogênio, dissulfeto e ligações cruzadas com a participação de íons metálicos e a mobilidade da água na massa. Valores baixos de coesividade caracterizam bolos de difícil manipulação e fatiamento porque esfarelam com facilidade. O açúcar melhora a coesividade. A gordura melhora a maciez (menor firmeza), mas, em excesso, reduz a coesividade. De forma geral massas ricas em gorduras e açúcares são macias, apresentam maior elasticidade e facilitam a mastigação (ESTELLER *et al.*, 2004a).

A coesividade e elasticidade das amostras de bolo de cenoura estudadas foram relativamente baixas, porém, não diferentes estatisticamente entre si. Isso

porque as variáveis que se alteraram foram apenas a farinha de trigo e os mix de farinhas sem glúten e a substituição de sacarose por sucralose, povidextrose e maltitol. Apesar de não diferirem estatisticamente, nota-se que para as amostras *diet* foram atribuídas médias ligeiramente menores para os dois parâmetros, podendo ser explicada pela ausência de açúcar.

A mastigabilidade é um parâmetro de textura facilmente correlacionado com análise sensorial através de painéis treinados. Amostras com maior teor de fibras ou ressecadas necessitam de maior salivação e número maior de mastigações antes da deglutição. O enrijecimento de massas provoca maior necessidade de trabalho mecânico e movimentação da boca (Esteller *et al.*, 2004a). No estudo em questão as amostras SG+1, SG-1 e PDR (Tabela 6), foram as que obtiveram maiores índices para mastigabilidade, uma vez que o fubá e o açúcar juntos formam o enrijecimento e necessidade de uma mastigabilidade maior. Para as amostras com fubá, porém na versão *diet* (SGD-1 e SGD+1) e as amostras SGSF, SGFD isso não aconteceu com tanta intensidade porque as mesmas possuem uma atividade de água maior (Tabela 6). São poucas as referências anteriores para avaliação de adesividade assim como outros parâmetros de textura instrumental em produtos forneados sem glúten e em particular para bolos. É de se esperar, no entanto, que um aumento na umidade da massa, presença de sacarose e ingredientes com propriedades umectantes, influenciem na adesividade avaliada em texturômetros (ESTELLER *et al.*, 2004a).

Os valores de adesividade do bolo padrão e dos demais ensaios apesar de não terem obtido diferença significativa podem ser explicados pela presença dos agentes de corpo utilizados na substituição da sacarose (povidextrose e maltitol), os quais são mais higroscópicos, deixando o bolo mais úmido e adesivo, resultado esse também descrito por Battochio, (2006).

Tabela 6. Resultados da análise de textura para amostras de bolo de cenoura estudadas.

Parâmetro	Amostras							Pr > F	R <sup>2</sup>
	PDR	SG+1	SGD+1	SG-1	SGD-1	SGFD	SGSF		
Dureza	5093,0 <sup>a</sup>	4774,7 <sup>a</sup>	1417,7 <sup>c</sup>	4368,0 <sup>ab</sup>	2582,7 <sup>abc</sup>	1348,3 <sup>c</sup>	1989,0 <sup>bc</sup>	0,0006	0,7817
Fraturabilidade	5093,0 <sup>a</sup>	4774,7 <sup>a</sup>	1417,7 <sup>c</sup>	4368,0 <sup>ab</sup>	2582,7 <sup>abc</sup>	1348,3 <sup>c</sup>	1989,0 <sup>bc</sup>	0,0006	0,7817
Adesividade	-6,32 <sup>a</sup>	2,38 <sup>a</sup>	-81,41 <sup>ab</sup>	-0,98 <sup>a</sup>	25,54 <sup>ab</sup>	-168,20 <sup>b</sup>	-39,14 <sup>ab</sup>	0,0219	0,6089
Maciez	0,75 <sup>ab</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,72 <sup>ab</sup>	0,75 <sup>ab</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,79 <sup>a</sup>	0,0105	0,6537
Coesividade	0,38 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,28 <sup>a</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,0409	0,5650
Gomosidade	1939,0 <sup>a</sup>	1601,7 <sup>ab</sup>	441,7 <sup>c</sup>	1508,7 <sup>ab</sup>	864,3 <sup>bc</sup>	391,0 <sup>c</sup>	750,3 <sup>bc</sup>	0,0004	0,7948
Mastigabilidade	1451,0 <sup>a</sup>	1254,7 <sup>ab</sup>	325,3 <sup>c</sup>	1124,0 <sup>ab</sup>	671,7 <sup>bc</sup>	252,7 <sup>c</sup>	600,7 <sup>bc</sup>	0,0002	0,8147
Elasticidade	0,17 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,0529	0,5452
Aw	0,89 <sup>b</sup>	0,90 <sup>ab</sup>	0,92 <sup>ab</sup>	0,91 <sup>ab</sup>	0,93 <sup>a</sup>	0,92 <sup>ab</sup>	0,91 <sup>ab</sup>	0,5940	0,0273

Numa mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente entre si a  $p < 0,05$ , segundo o teste de *Tukey*.

De forma complementar, a análise estatística de Correlação dos Quadrados Mínimos Parciais (Partial Least Square – PLS) foi realizada para determinar os atributos sensoriais (resultantes da ADQ – capítulo 4) e impressão global mais valorizado positiva e negativamente pelos consumidores (Figura 7).

A Correlação dos Quadrados Mínimos Parciais (Partial Least Square – PLS) permite comparar atributos sensoriais afetivos e instrumentais e identificar o grau de influencia (positiva ou negativa) dos atributos instrumentais na aceitação das amostras (TENENHAUS *et al.*, 2005).

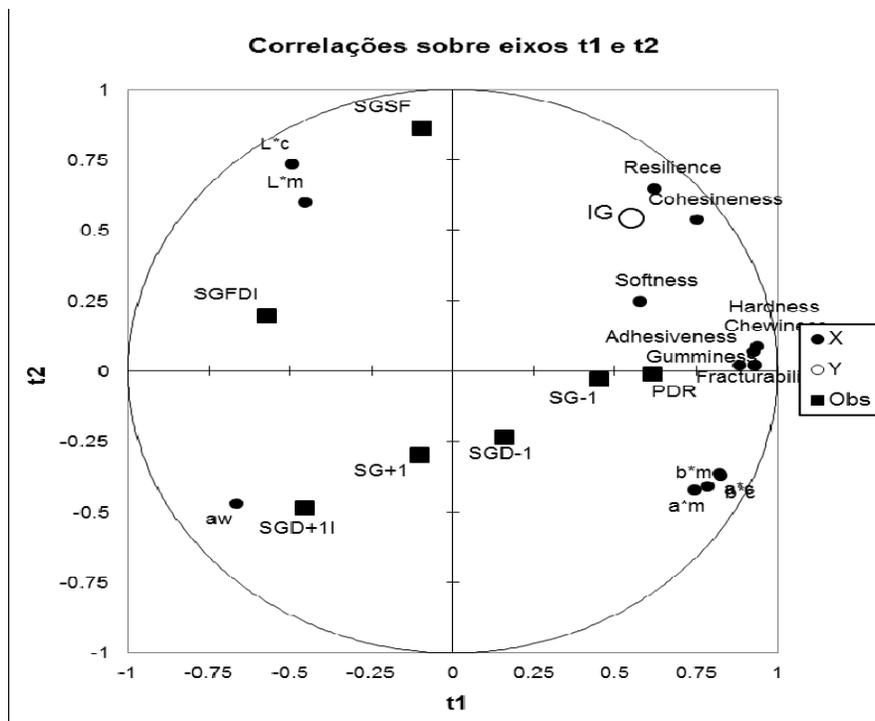


Figura 5. Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de bolo de cenoura em relação aos parâmetros de textura e impressão global do teste de aceitação.

X: Termos descritores das amostras de bolo de cenoura estudadas

Y: Consumidores

Obs.: Amostras de bolo de cenoura estudadas

As amostras neste mapa (Figura 5) foram distribuídas e alocadas aos pares (amostra sem glúten com sacarose e a sua correspondente *diet*), dando a entender que os pares tem características de textura semelhantes, o que pode ser observado também em grande parte dos resultados mostrados na Tabela 7. Observa-se ainda que no que se refere a impressão global, as amostras mais preferidas pelos consumidores foram a PDR, SG-1 e SGD-1 apresentando como características de textura mais próximas da impressão global a coesividade, a maciez e elasticidade.

De acordo com resultados da PLS ilustrados na Figura 6, é possível verificar que nenhum dos atributos contribui de forma positiva ou negativa de forma isolada, uma vez que essas características apresentaram importância, mas sem significância estatística, conforme é possível visualizar no desenho das hastes ultrapassando o eixo horizontal.

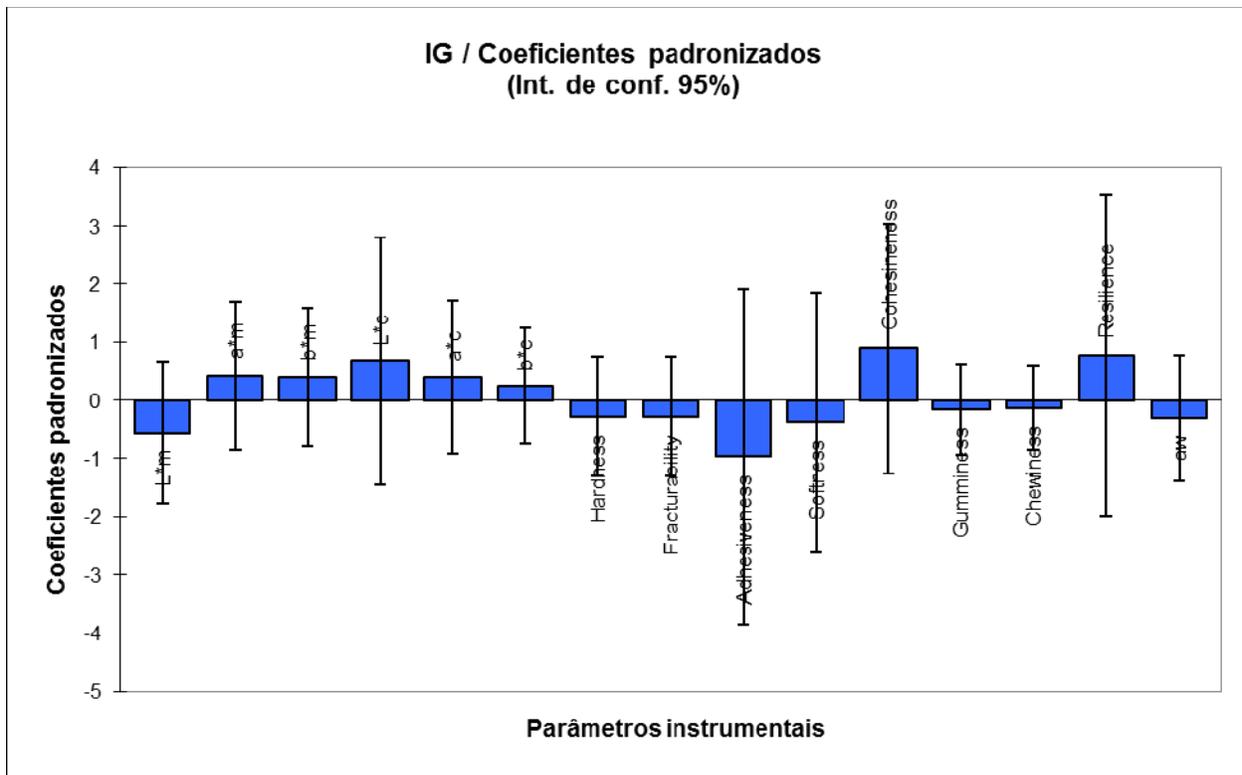


Figura 6. Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de bolo de cenoura com e sem glúten *diet* e com sacarose em relação aos atributos da ADQ e impressão global do teste de aceitação.

Obs. Hardness: dureza; Fracturability: fraturabilidade; Adhesiveness: adesividade; Softness: maciez; Cohesiveness: coesividade; Gumminess: gomosidade; Chewiness: mastigabilidade; Resilience: elasticidade; aw: atividade de água.

## 4 Conclusões

Com este estudo foi possível avaliar a aceitação hedônica do bolo de cenoura padrão e dos diversos ensaios sem glúten com e sem sacarose por consumidores Brasileiros que revelaram boa aceitação pelos produtos, exceto pela amostra Sem Glúten *Diet* +1, que contém maior quantidade de fubá e é isenta de sacarose. Além disso, a análise instrumental de textura permitiu que se determinasse os parâmetros de textura que influenciaram positiva e negativamente a aceitação dos bolos pelos consumidores. As propriedades de coesividade e elasticidade foram os dois parâmetros de textura que mais determinaram a boa aceitação, enquanto os demais parâmetros não foram considerados relevantes pelos consumidores nas

análises de aceitação dos bolos. Portanto, com relação à textura, todos os ensaios foram bem aceitos uma vez que todos são iguais estatisticamente para coesividade e elasticidade.

Diante dos resultados, pode-se afirmar que a substituição da farinha de trigo e sacarose por mix de farinhas sem glúten e sucralose, respectivamente, em bolo de cenoura é perfeitamente aplicável uma vez que atende as expectativas consumidor.

Futuras pesquisas devem se ocupar de estudos de vida de prateleira dos bolos e desenvolvimento de mistura pronta para bolo de cenoura sem glúten dietético para agregar conveniência ao produto.

## 5 Referências

ARAUJO, H.M.C. Impacto da Doença Celíaca na saúde, nas praticas alimentares e na qualidade de vida de celíacos. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em nutrição humana. Universidade de Brasilia. Brasilia. 2008. 98p.

BATTOCHIO, J.R.; BOLINI, H.M.A.; CHANG, Y.K. Bolo de linhaça *diet*. desenvolvimento da formulação, determinação do perfil sensorial e estudos de consumidor. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2007.

BERING, J. H.; SILVA, M. A. P.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 214-220, 1999.

BEYER, P.L. Terapia clinica nutricional para distúrbios do trato gastrointestinal baixo. In: KRAUSE, M.V. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 10 edição, São Paulo: Rocca, 2002. p. 643-670.

EGASHIRA, E.M.; ALMEIDA, O.F., BARBIERI, D., KODA, Y.K.L. O celíaco e a dieta: problemas de adaptação e alimentos alternativos. **Pediatria** 1986;8:41-4.

ESTELLER, M.S.; AMARAL, R.L.; LANNES, S.C.S. Effect of Sugar and Fat Replacers on the Texture of Baked Goods. **J. Texture Studies**, Trumbull, v. 35, p. 383-393, 2004a.

ESTELLER, M.S.; YOSHIMOTO, R.M.O.; AMARAL, R.L.; LANNES, S.C.S. Uso de açúcares em produtos panificados. **Cienc. Tecnol. de Alim.**, Campinas, v.24, n.4, p. 602-607, 2004b

ESTELLER, M.S.; ZANCANARO Jr, O.; LANNES, S.C.S. Bolo de “chocolate” produzido com pó de cupuaçu e kefir. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** vol. 42, n. 3, jul./set., 2006.

FERREIRA, S.M.R.; LUPARELLI, P.C.; SCHIEFERDECKER, M.E.M.; VILELA, R.M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. Vol. 59 Nº 4, 2009

FREYRE, G. Seminário Gastronomia em Gilberto Freyre. Anais. Fundação Gilberto Freyre. Recife, 2005. 77p.

LOPEZ, A.C.B.; PEREIRA, A.J.; JUNQUEIRA, R.G. Flour Mixture of Rice Flour, Corn and Cassava Starch in the Production of Gluten-Free White Bread. **Brazilian Archive of Biology and Technology**. Vol.47, n. 1 : pp. 63-70, March, 2004.

PREICHARDT, L.D.; VENDRUSCOLO, C.T.; GULARTE, M.A.; MOREIRA, A.S. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 03, n. 01: p. 70-76, 2009.

FAO – FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION. **Food Balance Sheet**. Boletim da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. 2001.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3 ed. Florida CRC Press, 1999, 387 p.

PRATESI, R.; GRANDOLFI, L. Doença Celíaca: a afecção com múltiplas faces. **J Pediatría**, Rio de Janeiro, v. 81, n. 5. P. 357-358, 2005.

REIS, R.C.; MINIM, V.P.R. Testes de aceitação. In: MININ, V.P.R. Análise Sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 225p.

ROCHA, F.L.; MINIM, V.P.R.; DELLA LUCIA, F.; MINIM, L.A.; COIMBRA, J.S.R. Avaliação da influencia dos milhos QPM nas características sensoriais de bolo. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23(2): 129-134, maio - ago, 2003.

SAE-EAW, A.; CHOMPREEEDA, P.; PRINYAWIWATKUL, W.; HARUTHAITHANASAN, V.; SUWONSICHON, T.; SAIDU, J.E.; XU, Z. Acceptance and Purchase Intent of US Consumers for Nonwheat Rice Butter Cakes. **Journal of Food Science**, Vol. 72, n. 2, p. 92-97, 2007.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). **Arq Gastroenterol** . v. 38 - no. 4 - out./dez. 2001.

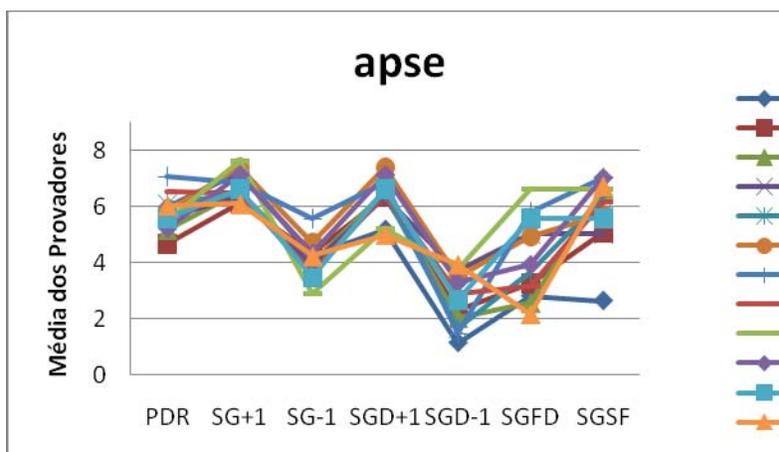
STRINGHETA, P.C.; VILELA, M.A.P.; AMARAL, M.P.H.; VILELA, F.M.P.; BERTGES, F.S. A propaganda de alimentos e a proteção da saúde dos portadores de doença celíaca. **HU rev**, Juiz de Fora, v.32, n.2, p.43-46, abr./jun. 2006.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

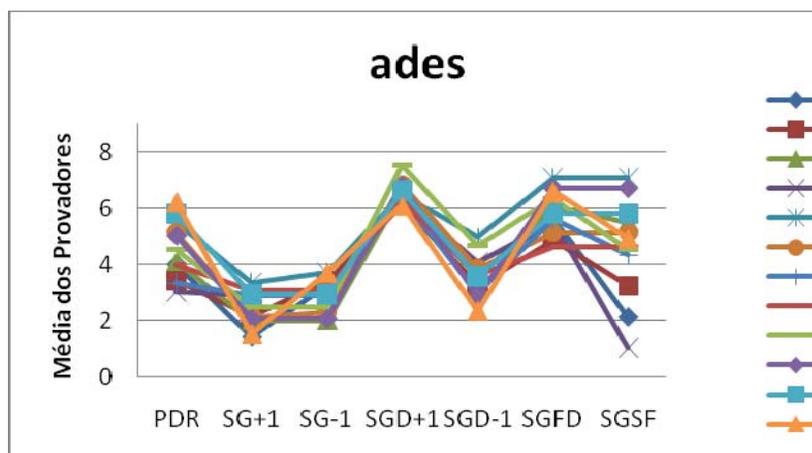
- No experimento inicial em que se sugeriram bolos de cenoura preparados com diferentes gorduras e bolos de cenoura sem glúten produzidos com diferentes mixes de farinhas sem glúten, concluiu-se que os bolos BGOP 80g (Bolo com Glúten e Óleo de Palma 80g) e BIG MIX+1 (Bolo Isento de Glúten MIX+1) foram os mais aceitos com relação à maciez, aroma, textura e aparência, de acordo com os resultados dos consumidores que participaram do teste. Conseqüentemente, os mesmos bolos receberam maiores índices de intenção de compra.
- Com relação à composição nutricional, as fórmulas anteriormente referidas apresentaram-se menos calóricas que o bolo padrão (com glúten e óleo de milho). No entanto, os bolos com óleo de palma mostraram ter maior concentração de gordura saturada que as demais fórmulas. Contudo, não possuem gordura *trans*, o que é extremamente desejável do ponto de vista nutricional.
- A partir do delineamento experimental com 12 ensaios, foi possível compreender que é importante balancear as quantidades dos ingredientes em fórmulas alternativas a do bolo de cenoura original para que características como maciez, elasticidade, umidade, cor, sabor, aroma e aceitação global sejam preservadas.
- A qualidade da textura é um importante atributo em bolos e, com isso, elasticidade, coesividade e maciez determinaram a aceitação dos bolos estudados. Em contrapartida, dureza, adesividade e fraturabilidade foram tidas como atributos comprometedores da aceitação no estudo de PLS (Partial Least Square – Mínimos Quadrado Parciais) aplicado as 12 fórmulas do delineamento experimental.
- A ferramenta Mapa de Preferência Externo possibilitou ainda conhecer quais atributos sensoriais foram os maiores responsáveis pela aceitação dos bolos testados. Concluiu-se que os consumidores esperam que bolo de cenoura seja mais macio e úmido, além de poroso e com aroma adocicado.

- As amostras que continham fubá em sua fórmula foram indicadas pela equipe treinada como sendo as mais quebradiças, arenosas, aparentemente mais secas, menos macias e menos elásticas quando comparadas as fórmulas sem fubá. Em contrapartida, as fórmulas sem fubá mostraram-se mais adesivas, porem com melhor sabor e aroma de cenoura, enquanto que a amostra padrão, com glúten e sacarose, caracterizou-se por ser a mais macia, devido à presença de glúten. Porem, essas diferenças não foram percebidas pelos consumidores, provadores não treinados, que aceitaram muito bem todas as amostras sem diferença. Quanto ao estudo temporal de gosto doce, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si.
- Os consumidores indicaram que a doçura dos bolos estavam igualmente ideais e revelaram boa aceitação pelos produtos, exceto pela amostra Sem Glúten *Diet+1*, que contem maior quantidade de fubá e é isenta de sacarose, apresentando assim mais aroma e sabor de fubá, aparência seca e quebradiça, não característicos de bolo de cenoura.
- Com relação a textura, concluiu-se, portanto, que coesividade e elasticidade foram os dois parâmetros que mais determinaram a boa aceitação, enquanto os demais não foram consideradas parâmetros relevantes pelos consumidores.
- Para intenção de compra, os resultados de aceitação se confirmaram, sendo todas as amostras de interesse de compra do consumidor, exceto a amostra SGD+1, pela qual os consumidores mostraram-se indecisos.
- Diante dos resultados, o presente estudo conseguiu demonstrar que a substituição da farinha de trigo com glúten por mix de farinhas sem glúten e da sacarose e por sucralose, respectivamente, em bolo de cenoura é perfeitamente aplicável uma vez que atende as expectativas do consumidor.
- Isso pode confortar portadores de Doença Celíaca ao saber que existem alternativas que atendam a sua condição especial oferecendo produtos tão comuns na culinária brasileira, como os bolos.

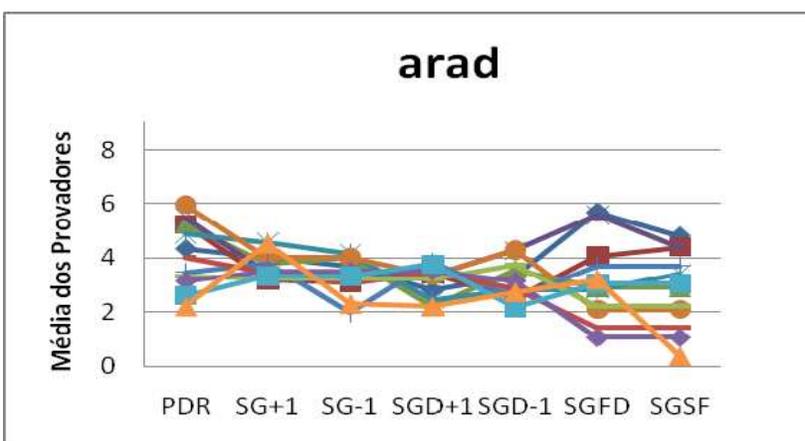
## Apêndice A



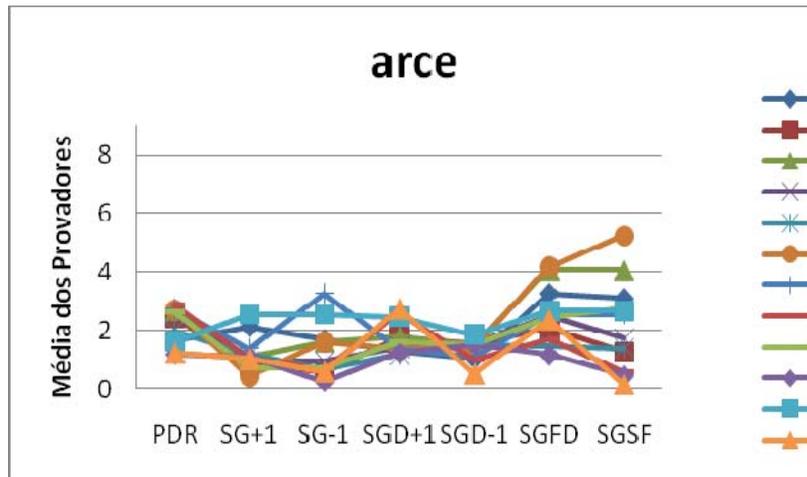
**Figura 1.** Interação amostra x provedor para o atributo aparência seca



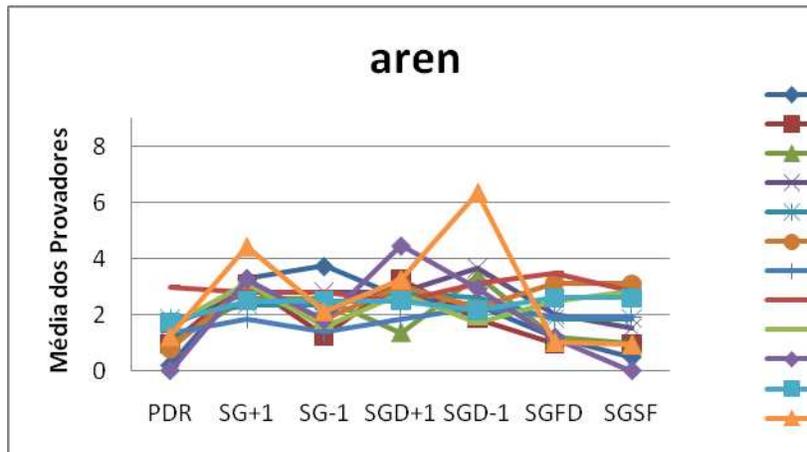
**Figura 2.** Interação amostra x provedor para o atributo adesividade



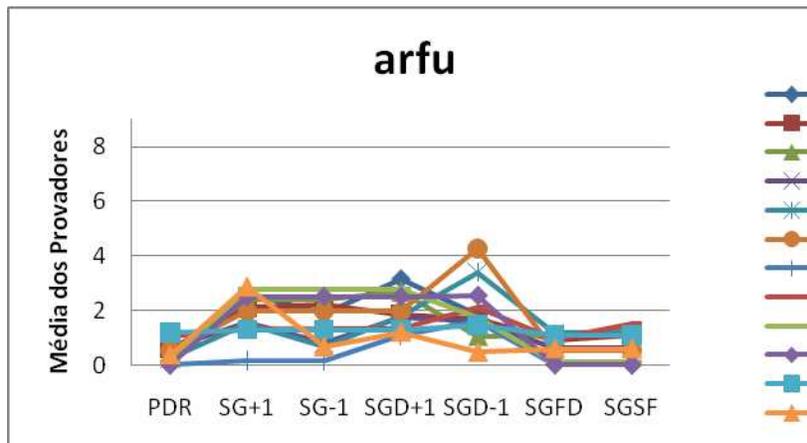
**Figura 3.** Interação amostra x provedor para o atributo aroma adocicado



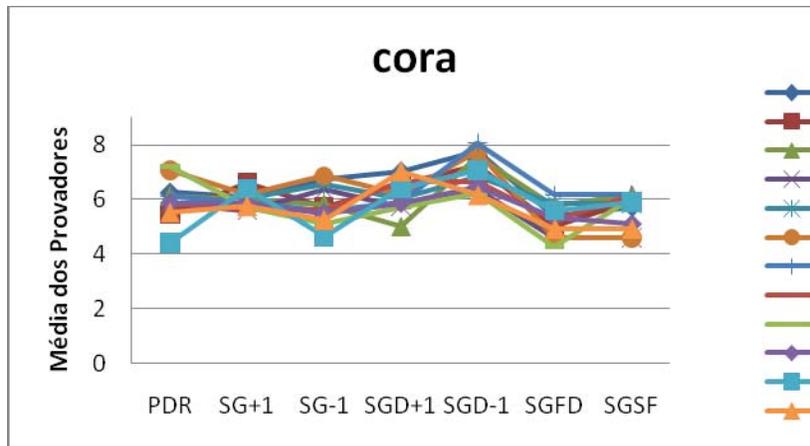
**Figura 4.** Interação amostra x provedor para o atributo aroma



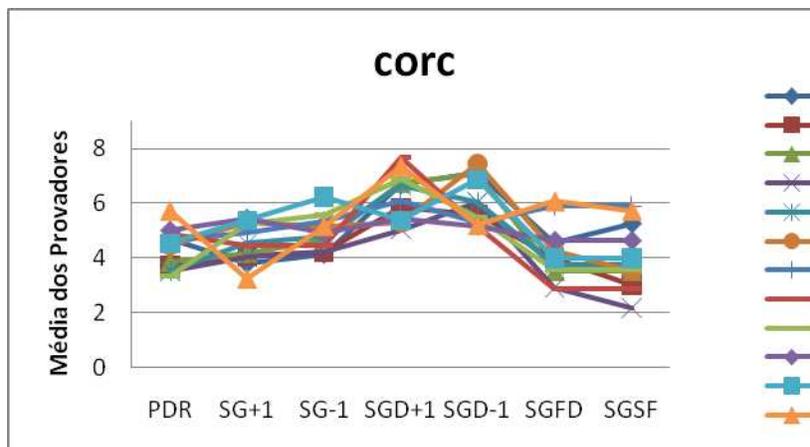
**Figura 5.** Interação amostra x provedor para o atributo arenosidade



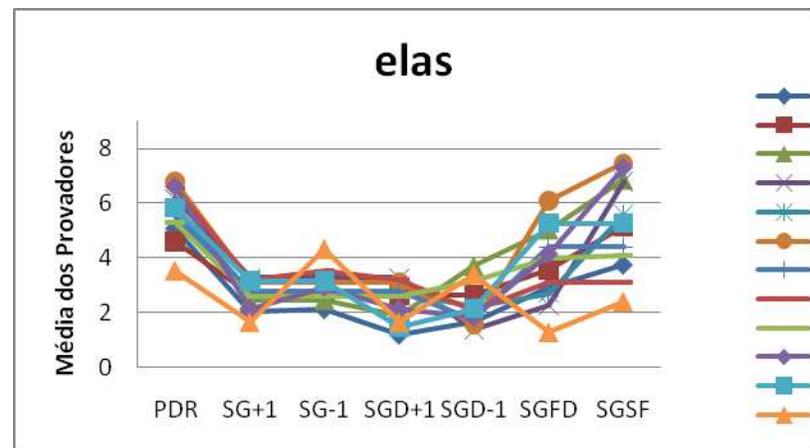
**Figura 6.** Interação amostra x provedor para o atributo aroma de fubá



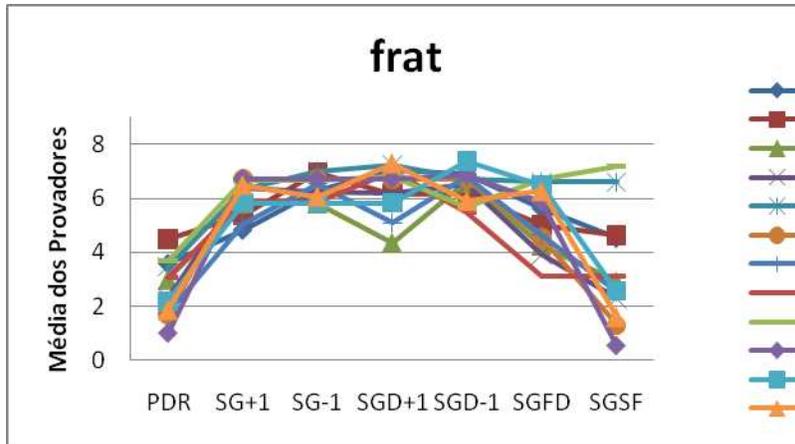
**Figura 7.** Interação amostra x provador para o atributo cor amarela do miolo



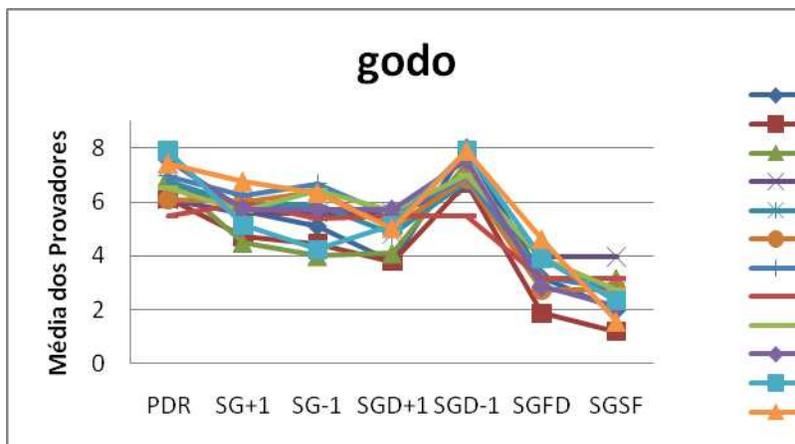
**Figura 8.** Interação amostra x provador para o atributo cor caramelo da crosta



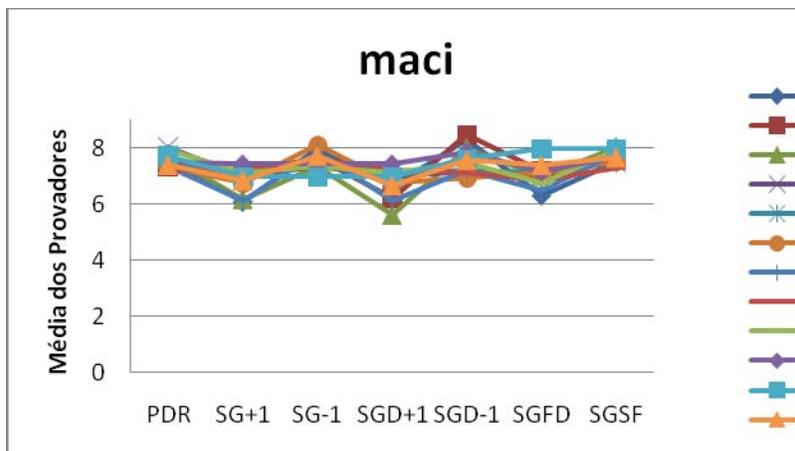
**Figura 9.** Interação amostra x provador para o atributo elasticidade



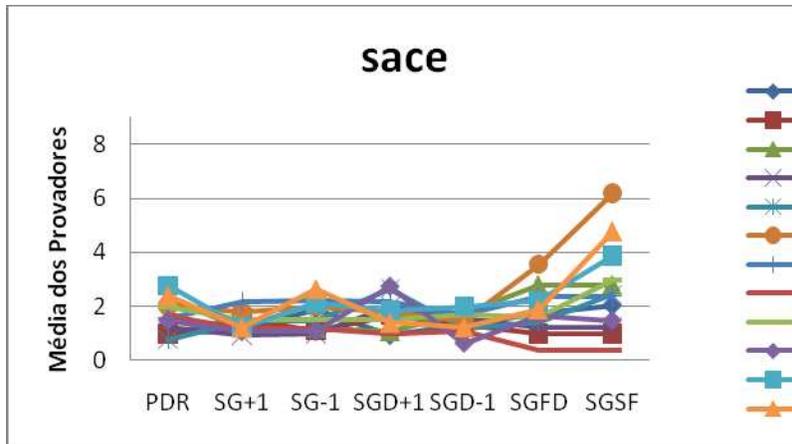
**Figura 10.** Interação amostra x provedor para o atributo fraturabilidade



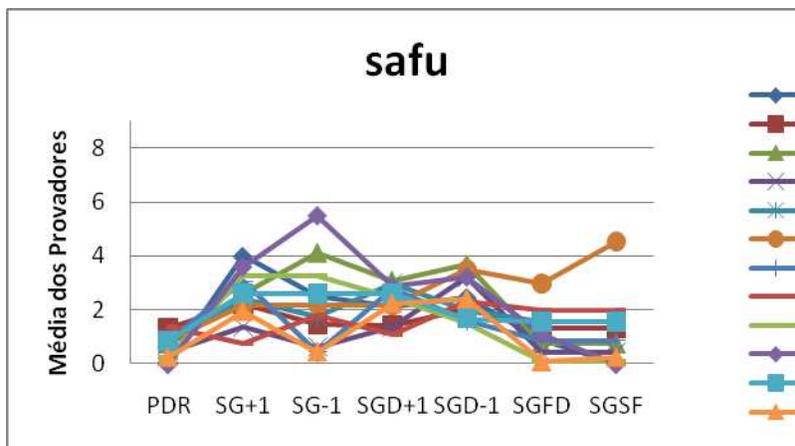
**Figura 11.** Interação amostra x provedor para o atributo gosto doce



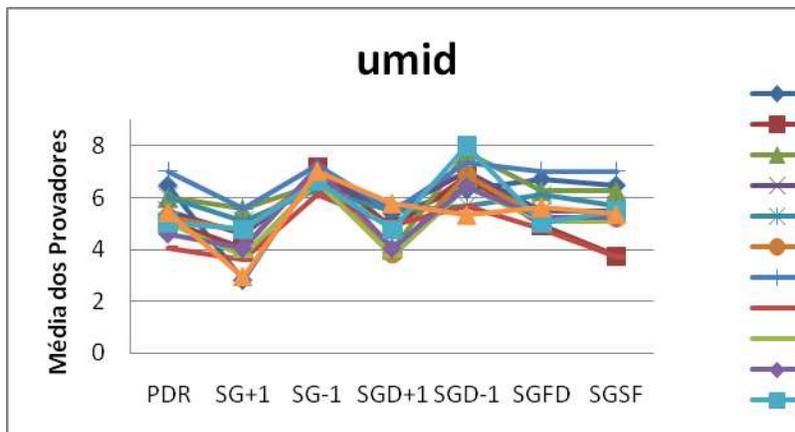
**Figura 12.** Interação amostra x provedor para o atributo maciez



**Figura 13.** Interação amostra x provedor para o atributo sabor de cenoura



**Figura 14.** Interação amostra x provedor para o atributo sabor de fubá



**Figura 15.** Interação amostra x provedor para o atributo umidade