

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS – IBILCE  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**LARISSA FERNANDA VOLPINI RAPINA**

Perfil sensorial e aceitação de bolos de laranja formulados  
com prebióticos

**São José do Rio Preto  
2011**

LARISSA FERNANDA VOLPINI RAPINA

## **Perfil sensorial e aceitação de bolos de laranja formulados com prebióticos**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos, área de Ciência e Tecnologia de Alimentos junto ao programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimento do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

BANCA EXAMINADORA

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Célia Landi Franco  
Presidente da banca  
UNESP – São José do Rio Preto

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Carolina Conti e Silva  
Orientadora  
UNESP – São José do Rio Preto

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marta de Toledo Benassi  
Professora doutora  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Natália Soares Janzantti  
Professora doutora  
UNESP – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto, 29 de Setembro de 2011.

A Deus,  
A minha família,  
ao meu marido Rodrigo,  
e a minha orientadora Ana Carolina  
pelo apoio incondicional,  
dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Santo Expedito a graça da vida e oportunidade única de aprendizagem deste mestrado;

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Carolina Conti e Silva, pela dedicação, confiança, amizade e, sobretudo, pelo apoio técnico durante toda a elaboração deste trabalho;

A minha prima e companheira Débora, que me mostrou a importância de dar sequência aos estudos e me incentivou a fazer o mestrado.

Aos professores, alunos e funcionários do Departamento de Engenharia e Ciência de Alimentos pelos ensinamentos e colaboração na execução deste trabalho.

Aos meus pais Carlos e Elenir a quem tanto amo e me orgulho muito, agradeço pela dedicação, apoio, carinho, estímulo e companheirismo que fez com que eu tivesse força para cumprir cada etapa do mestrado. Agradeço por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos;

Ao meu marido Rodrigo, pelo seu incentivo e apoio, sempre com muito amor, atenção e carinho e pela compreensão nos meus longos períodos de ausência;

A toda minha família, por acreditar em mim sempre, e;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

**Introdução.** Prebióticos são compostos alimentares não-digeríveis pelas enzimas do trato gastrointestinal humano que se comportam como fibras. Inulina e oligofrutose são frutanos que possuem alegação aprovada de prebiótico pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Os frutanos podem ser aplicados em vários tipos de alimentos com funções nutritivas (fibra e prebiótico) e tecnológicas. Trabalhos têm demonstrado que a aplicação de frutanos em produtos de panificação é viável e que os produtos são bem aceitos sensorialmente. Apesar disso, ainda não foram avaliados os efeitos da adição de frutanos nas características sensoriais de produtos de panificação através de testes sensoriais mais refinados e completos, como Análise Descritiva Quantitativa e mapa de preferência. **Objetivo Geral.** Avaliação do perfil sensorial e aceitação de bolos de laranja contendo prebióticos. **Abordagem e Metodologia.** Inulina e inulina/oligofrutose foram adicionados à formulação de bolo em quantidade suficiente para que a porção de cada alimento contivesse, pelo menos, três gramas destes compostos no total. O perfil sensorial dos produtos foi avaliado através de Análise Descritiva Quantitativa e a aceitação através de escala hedônica estruturada de nove pontos e do mapa de preferência interno. **Resultados e Discussão:** A Análise Descritiva Quantitativa mostrou que as três amostras de bolo de laranja apresentaram perfis sensoriais diferentes nos atributos de aparência (cor marrom da casca e cor bege da massa) e de textura (maciez, fragilidade e pegajoso), sendo que na maioria desses atributos os bolos contendo frutanos não diferiram estatisticamente entre si, mas sim do bolo padrão. Isso demonstra que, independente do tipo de frutano adicionado, os aspectos sensoriais dos bolos não foram afetados. Na avaliação global, 88% dos provadores atribuíram notas superiores a 6 (“gostei ligeiramente”) para os bolos com frutanos e para o bolo padrão o valor foi de 98%. Falar algo sobre o resultado do mapa de preferência e algo sobre as correlações. **Conclusão:** É possível concluir que pode-se ter no mercado um bolo de laranja com alegação de prebiótico, ou seja, com benefícios à saúde humana, com pequenas mudanças no perfil sensorial, mas com aceitação e preferência sensorial superior aos produtos comerciais e convencionais.

**Palavras-chave:** Análise Descritiva Quantitativa, Análise instrumental, Mapa de Preferência, frutanos.

## ABSTRACT

**Introduction.** Prebiotics are food compounds non-digestible by the enzymes of the gastrointestinal tract human that behave as fibers. Inulin and oligofructose are fructans that have claim approved for prebiotic by the National Agency for Health Surveillance. The fructan contents can be applied in various types of foods with nutrient functions (fiber and prebiotic) and technology. Studies have shown that the application of fructans in bakery products and viable and that the products are well accepted sensorially. In spite of this, has not yet been assessed the effects of the addition of fructans in sensory characteristics of bakery products through sensory tests more refined and complete, as Descriptive Analysis and Quantitative map of preference. **General Objective.** Evaluation of the sensory profile and acceptance of cakes orange containing prebiotics. **Material and Methods.** Inulin and inulin/oligofructose were added to the formulation of cake in sufficient quantity to the portion of each food would contain at least three grams of these compounds in total. The sensory profile of the products was evaluated by means of Quantitative Descriptive Analysis and acceptance through scale bestows hedonic structured in nine points and the map of preference. **Results and Discussion:** The Quantitative Descriptive Analysis showed that the three samples of orange cake presented sensory profiles different in the attributes of appearance (brown color of the bark and beige of mass) and texture (softness, fragility and tacky), and in most of these attributes the cakes containing fructans did not differ statistically between themselves, but the cake pattern. This shows that, regardless of the type of fructan added, the sensory aspects of the cakes were not affected. The overall assessment, 88% of the tasters attributed notes higher than 6 ("i enjoyed slightly") for the cakes with fructans and for the cake standard value was 98 %. Talking about something on the outcome of the map of preference and something about the correlations. **Conclusion:** It is possible to conclude that one can have on the market an orange cake with allegation of prebiotic, i.e. with benefits to human health, with small changes in sensory profile, but with acceptance and preference sensory than the commercial products and conventional.

**Key Words:** Quantitative Descriptive Analysis, instrumental analyzes, Map Preferably, fructans.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Questionário de recrutamento	30
Figura 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	31
Figura 3: Ficha de avaliação dos gostos básicos	32
Figura 4: Ficha de avaliação de reconhecimento de odores	33
Figura 5: Ficha de teste triangular sequencial	34
Figura 6: Ficha de levantamento dos termos descritores	35
Figura 7: Ficha de avaliação dos atributos sensoriais dos bolos	36
Figura 8: Provedor avaliando os bolos na cabine de análise sensorial	38
Figura 9: Ficha para avaliação da aceitação sensorial dos bolos	40
Figura 10: Bolo de laranja padrão (P), contendo inulina (GR) e oligofrutose/inulina (S).	50
Figura 11: Representação gráfica dos resultados da Análise Descritiva Quantitativa para os bolos de laranja padrão (P), contendo inulina (GR) e oligofrutose/inulina (S).	51
Figura 12: Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de bolo de laranja.	55
Figura 13: Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para a aparência dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).	60
Figura 14: Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para o aroma dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).	60
Figura 15: Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para a textura dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).	61
Figura 16: Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para o sabor dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e	61

contendo oligofrutose/inulina (S).

Figura 17: Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para avaliação global dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S). 62

Figura 18: Mapa de preferência interno para o atributo aparência: amostras e provadores. 65

Figura 19: Dendograma do atributo aparência 65

Figura 20: Mapa de preferência interno para o atributo aroma: amostras e provadores. 66

Figura 19: Dendograma do atributo aroma 66

Figura 22: Mapa de preferência interno para o atributo textura: amostras e provadores. 67

Figura 19: Dendograma do atributo textura 67

Figura 24: Mapa de preferência interno para o atributo sabor: amostras e provadores. 68

Figura 19: Dendograma do atributo sabor 68

Figura 26: Mapa de preferência interno para o atributo avaliação global: amostras e provadores. 69

Figura 19: Dendograma do atributo avaliação global 70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aplicação de inulina e oligofrutose em alimentos.	20
Tabela 2: Formulações dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo inulina/oligofrutose (S).	27
Tabela 3: Quantidade de frutanos totais nos bolos contendo inulina (GR) e oligofrutose/inulina (S).	28
Tabela 4: Textura e cor do bolo padrão (P), do contendo inulina (GR) e do contendo inulina/oligofrutose (S).	43
Tabela 5: Definições e referências dos termos descritores de bolo de laranja.	45
Tabela 6: Valores de $p$ de $F_{amostra}$ e $p$ de $F_{repetição}$ (entre parênteses) para cada provador em cada atributo julgado no teste de seleção da equipe sensorial.	47
Tabela 7: Valor de $p$ de interação amostra x provador.	48
Tabela 8: Valor de $p$ de interação amostra x provador após eliminação.	49
Tabela 9: Médias (desvio padrão) por amostra e atributo de bolos de laranja contendo padrão (P), inulina (GR) e oligofrutose/ inulina (S).	52
Tabela 10: Variáveis de correlação entre atributos da ADQ para o bolo padrão, GR e S.	56
Tabela 11: Correlações entre análise instrumental, ADQ e aceitação para o bolo P.	57
Tabela 12: Correlações entre análise instrumental, ADQ e aceitação para o bolo GR.	57
Tabela 13: Correlações entre análise instrumental, ADQ e aceitação para o bolo S.	58
Tabela 14: Aceitação dos bolos contendo padrão (P), inulina (GR), oligofrutose/ inulina (S) e bolos comerciais 1, 2 e 3.	59

Tabela 15: Frequencia de notas de 6 a 9 da aceitação sensorial.	62
Tabela 16: Variáveis de correlação dos atributos da aceitação para o bolo P. GR e S.	63

## SUMÁRIO

1.0	Introdução	12
2.0	Objetivos	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3.0	Revisão da literatura	15
3.1	Alimentos Funcionais	15
3.2	Prebióticos	16
3.2.1	Inulina e Oligofrutose (FOS)	17
3.2.2	Efeitos benéficos à saúde	20
3.3	Adição de frutanos em bolos	22
3.4	Análise Sensorial	24
3.4.1	Análise Descritiva Quantitativa	25
3.4.2	Escala Hedônica	25
4.0	Materiais e Métodos	27
4.1	Materiais	27
4.2	Análises Sensoriais	28
4.2.1	Análise Descritiva Qualitativa	28
4.2.1.1	Recrutamento e Pré Seleção dos provadores	29
4.2.1.2	Levantamento da terminologia descritiva	34
4.2.1.3	Treinamento e Seleção da equipe sensorial	37
4.2.1.4	Avaliação das amostras	38

4.2.2	Teste de Aceitação	39
4.2.3	Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em pesquisa	41
4.3	Análise instrumental de textura e cor	41
5.0	Resultados e Discussão	43
5.1	Textura e cor instrumentais	43
5.2	Análise Descritiva Quantitativa	44
5.2.1	Pré-seleção dos Provadores	44
5.2.2	Levantamento da terminologia descritiva	44
5.2.3	Treinamento e seleção dos provadores	45
5.2.4	Avaliação Sensorial das amostras pela equipe descritiva	49
5.3	Aceitação Sensorial	58
6.0	Conclusão	71
7.0	Referências Bibliográficas	72

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento na expectativa de vida da população, aliado ao crescimento exponencial dos custos médico-hospitalares, a sociedade necessita vencer novos desafios, através do desenvolvimento de novos conhecimentos científicos e de novas tecnologias que resultem em modificações importantes no estilo de vida das pessoas.

A nutrição precisa se adaptar a esses novos desafios, através do desenvolvimento de novos conceitos. A nutrição otimizada é um desses novos conceitos, dirigida no sentido de maximizar as funções fisiológicas de cada indivíduo, de maneira a assegurar tanto o bem-estar quanto a saúde, como também o risco mínimo de desenvolvimento de doenças ao longo da vida. Nesse contexto, os alimentos funcionais são conceitos novos e estimulantes.

Atualmente existe um grande interesse por alimentos que sejam, ao mesmo tempo, saudáveis, nutritivos e saborosos. Por isso observa-se um aumento no consumo de alimentos funcionais, considerados aqueles que além de fornecerem a nutrição básica, promovem a saúde. Dentre esses alimentos, estão os prebióticos que exercem funções benéficas ao intestino e outros benefícios obtidos indiretamente.

Prebióticos são compostos alimentares não-digeríveis pelas enzimas do trato gastrointestinal humano e comportam-se, portanto, como fibras. Os prebióticos atuam como substratos específicos para bactérias benéficas, ou seja, estimulam seletivamente a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon, como as bifidobactérias e lactobacilos, inibindo a multiplicação de microrganismos patogênicos e garantindo benefícios adicionais à saúde do homem.

Vários são os alimentos nos quais ingredientes prebióticos podem ser adicionados. Dentre eles, os produtos de panificação têm se mostrado viáveis para essa adição. O bolo é um produto bastante aceito e consumido por pessoas de qualquer idade e seu consumo e comercialização vem crescendo no Brasil.

Além da função na saúde humana, os prebióticos podem ser utilizados com funções tecnológicas, como substituto de gordura e açúcar e melhorador de textura. Devido aos fatos citados acima, se torna importante investigar o efeito da adição de prebióticos em alimentos do ponto de vista sensorial. Para isso, a

Análise Descritiva Quantitativa é um dos métodos mais indicados para descrever perfis sensoriais, podendo fornecer informações quantitativas sobre todo o perfil sensorial de produtos, permitindo o conhecimento de seus atributos positivos e negativos. Além disso, os métodos afetivos, dentre eles a escala hedônica de nove pontos e o mapa de preferência interno, são adequados para se verificar a aceitação e preferência por produtos, permitindo conhecer quais as características sensoriais e em quais intensidades estão presentes nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliação do perfil sensorial e aceitação de bolos de laranja contendo prebióticos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliação do perfil sensorial de bolos de laranja através de Análise Descritiva Quantitativa.

Avaliação da aceitação e preferência de bolos de laranja através de escala hedônica estruturada de nove pontos e análise multivariada.

Avaliação instrumental de cor e textura

Avaliação da correlação entre análises sensoriais e instrumentais.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Alimentos Funcionais

Alimentos funcionais são definidos como qualquer substância ou componente de um alimento que proporciona benefícios para a saúde. Esses produtos podem variar de nutrientes isolados, produtos de biotecnologia, suplementos dietéticos, alimentos geneticamente construídos até alimentos processados e derivados de plantas (POLONIO, 2000).

Alimentos funcionais são alimentos com aparência semelhante ao alimento convencional, consumido como parte de uma dieta usual, mas não substituindo a dieta normal, capaz de produzir determinados efeitos metabólicos ou fisiológicos, úteis na manutenção de boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas (não curando nem prevenindo doenças), além de suas funções nutricionais básicas e dos seus nutrientes (BRASIL, 1999).

Duas alegações podem ser atribuídas aos alimentos funcionais (BRASIL, 1999):

- ✓ Alegação de propriedade funcional: é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano;
- ✓ Alegação de propriedade de saúde: é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde.

Nas últimas décadas, tem crescido muito o interesse pelo estudo do conteúdo de fibra dos alimentos, bem como dos efeitos de sua ingestão pelo homem. Dietas pobres em fibras frequentemente estão associadas a doenças coronarianas, diabetes, afecções diverticulares e câncer de cólon, assim como a uma série de outros distúrbios do trato gastrintestinal (COSTA; BORÉM, 2003).

Os efeitos fisiológicos das fibras dietéticas no metabolismo dos lipídios têm sido amplamente investigados e a maioria dos estudos ressalta as propriedades hipocolesterolêmicas das fibras solúveis. As evidências indicam que o consumo de 3-15 g/dia de diversas fibras solúveis, incluindo guar, pectina, farelo de aveia e fibra de soja reduzem os níveis de colesterol e glicose no sangue em torno de 5 a 15% (GRIZARD; DALLE; BARTHOMEUF, 2001).

Dentre os compostos com alegação de propriedade funcional estão os prebióticos, que são compostos alimentares não-digeríveis pelas enzimas do trato gastrointestinal humano, comportando-se, portanto, como fibras do tipo solúveis (MATTILA-SANDHOLM et al., 2002).

### **3.2 Prebióticos**

Prebióticos podem ser definidos como ingredientes alimentares não digeríveis que têm ação benéfica no usuário estimulando seletivamente o crescimento e/ou a atividade de uma ou de um número limitado de bactérias do cólon (ROBERFROID, 1996). Segundo Gibson (1999), alguns critérios devem ser considerados para classificar um alimento como prebiótico:

- ✓ não deve sofrer hidrólise ou absorção no intestino delgado;
- ✓ quando atingir o cólon deve ser metabolizado seletivamente por número limitado de bactérias benéficas;
- ✓ deve ser capaz de transformar a microbiota colônica em uma microbiota saudável;
- ✓ ser capaz de induzir efeito fisiológico que seja importante para a saúde.

Os prebióticos atuam como substratos específicos para bactérias benéficas, ou seja, estimulam seletivamente a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon, como as bifidobactérias e lactobacilos (bactérias chamadas de probióticas) (MATTILA-SANDHOLM et al., 2002), selecionando as bactérias benéficas e podendo inibir a multiplicação de microrganismos patogênicos, garantindo benefícios adicionais à saúde do homem.

Alguns prebióticos, tais como os frutooligossacarídeos (FOS), inulina, isomalto-oligossacarídeos, polidextrose e lactulose têm sido utilizados para melhorar a atividade e sobrevivência de probióticos em alimentos fermentados (LIONG e SHAH, 2005; SIRÓ et al., 2008). Inulina e oligofrutose podem favorecer a absorção de cálcio no organismo, melhorando o conteúdo mineral e a densidade mineral óssea (BOSSCHER, VAN LOO e FRANK, 2006), reduzindo os níveis de colesterol total e séricos (LÓPEZ-MOLINA et al., 2005).

Os prebióticos apresentam características funcionais semelhantes às das fibras alimentares solúveis que são fermentadas no intestino grosso. Sua utilização pelas bactérias colônicas leva à produção de ácido lático, ácidos graxos de cadeia

curta (acético, propiônico e butírico) e gases, causando a redução do pH intestinal e inibindo a proliferação de microrganismos nocivos (SAAD, 2006; WANG, 2009).

Embora sejam fisiologicamente semelhantes às fibras, os prebióticos não aumentam a viscosidade da solução, não alteram a mistura dos compostos alimentares no intestino delgado e, aparentemente, não se ligam aos sais biliares. Seu papel principal (efeito prebiótico e bifidogênico) é fornecer substrato fermentável ao intestino e assim estimular o crescimento seletivo das bifidobactérias no cólon, que agem suprimindo a atividade putrefativa de outras bactérias, atuando também no aumento do bolo fecal (ANJO, 2004).

Dentre os prebióticos com alegação de propriedade funcional aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999) estão a inulina e os frutooligosacarídeos, também chamados de frutanos, termo genérico empregado para descrever todos os oligo ou polissacarídeos de frutose de origem vegetal (CARABIN; FLAMM, 1999). A ANVISA aprova a alegação de que a inulina contribui para o equilíbrio da flora intestinal, desde que seu consumo esteja associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis e que o consumo do produto seja acompanhado da ingestão de líquidos. Para tal alegação poder ser declarada em rótulos, a porção do produto pronto para consumo deve fornecer, no mínimo, 3g de inulina se o alimento for sólido ou 1,5g se o alimento for líquido, sendo que essa quantidade de inulina pode ser exclusivamente de inulina, exclusivamente de oligofrutose ou uma mistura de ambos.

Os frutanos são encontrados naturalmente em vegetais e plantas como alcachofra (*Cynara Cardunculus subsp. scolymus*), raiz da chicória (*Cichorium endivia*), dente-de-leão (*Taraxacum officinale L.*), cebola (*Allium caepa*), alho (*Allium sativum*) e banana (*Musa spp*) (GIBSON; WILLIS; VAN LOO, 1994). A inulina é frequentemente utilizada em vários setores da produção de alimentos, como padarias, confeitarias e indústrias de laticínios, podendo ser encontrada em pães, bolos, doces, iogurte, sorvetes, chocolates, bebidas não alcoólicas, etc. (TEEWEN et al., 1992).

### **3.2.1 Inulina e oligofrutose (FOS)**

A inulina é um polímero extraído principalmente da raiz da chicória (*Cichorium endivia*) com grau de polimerização (GP) de 3 até mais de 60 unidades de

monômeros, principalmente de unidades  $\beta$ -D-frutofuranosil, unidas entre si por ligações  $\beta(2\rightarrow1)$  e finalizadas com molécula de glicose. A inulina contém uma importante fração de oligossacarídeos com a mesma estrutura básica dos seus maiores polímeros. Essa fração é geralmente chamada de oligofrutose (WILDAN, 2001).

A inulina pura apresenta-se sob a forma de um pó solúvel em água morna, praticamente insolúvel em água fria e totalmente insolúvel em álcool e solventes orgânicos. Pode ser hidrolisada especialmente por via enzimática ou através de soluções ácidas, sendo que numa solução alcalina sua hidrólise é muito mais complexa. Baixas concentrações formam estruturas semelhantes a géis (CAPITO; FILISETTI, 1999).

A inulina é um prebiótico e por isso é considerado como um ingrediente funcional, uma vez que exerce influência sobre processos fisiológicos e bioquímicos no organismo, resultando em melhoria da saúde e em redução no risco de aparecimento de diversas doenças (ROBERFROID, 2007). É uma fibra solúvel e fermentável, fornecendo substrato para as bactérias benéficas e já está sendo utilizada há vários anos em produtos comerciais (PUUPPONEN-PIMIA et al., 2002). Seu consumo diário médio estimado está entre 3 e 11 g na Europa e entre 1 e 4 g nos Estados Unidos (ROBERFROID, 2007).

A oligofrutose e os FOS são termos sinônimos utilizados para denominar frutanos do tipo inulina com grau de polimerização inferior a 10. Seus nomes derivam de oligossacarídeos (carboidratos com menos de 10 subunidades de monossacarídeos) compostos predominantemente de frutose. O termo oligofrutose é mais frequentemente empregado na literatura para descrever inulinas de cadeia curta obtidas por hidrólise parcial da inulina da chicória. O termo FOS tende a descrever misturas de frutanos do tipo inulina de cadeia curta, sintetizados a partir da sacarose.

Os FOS são obtidos a partir da hidrólise da inulina pela enzima inulase, e também ocorrem naturalmente em alguns produtos vegetais. Industrialmente, os FOS são produzidos a partir da sacarose por atuação da enzima frutossiltransferase, enzima fúngica obtida do *Aspergillus niger*. Quimicamente, os FOS são formados por oligômeros de frutose que são compostos de 1-cestose, nistose e frutofuranosil nistose em que as unidades de frutossil são ligadas na posição  $\beta(2-1)$  da sacarose, o que os distingue de outros oligômeros (YUN, 1996). Esse tipo de

ligação confere aos FOS a resistência à digestão ou hidrólise digestiva (FAGUNDES; COSTA, 2003). Apresentam cerca de um terço do poder adoçante da sacarose e não são calóricos, não podem ser considerados carboidratos ou açúcares e nem fonte de energia, podendo ser usados de modo seguro por diabéticos (SILVA et al., 2007). Possui propriedades similares às do açúcar e de xaropes de glicose, por isso é frequentemente utilizada em conjunto com edulcorantes de alto poder adoçante, para substituir o açúcar. Também é utilizado para dar consistência a produtos lácteos, maciez a produtos de panificação, diminuir o ponto de congelamento de sobremesas congeladas, conferir crocância a biscoitos com baixo teor de gordura e atuar como ligante em barras de cereais (SAAD, 2006).

É importante distinguir inulina e oligofrutose, pois suas propriedades físicas e aplicações em processos da indústria alimentícia são bastante diferentes.

A consistência da inulina e sua baixa solubilidade em água a torna excelente substituto para gorduras, principalmente em formulações de sorvete (ZULETA; ZAMBUCETTI, 2006). O tamanho das cadeias de inulina e de FOS também é responsável pelas diferentes propriedades desses compostos. A inulina é menos solúvel, apresenta cadeias longas (GP até 60) e capacidade para formar microcristais quando misturada com água e leite (GIBSON; WILLIS; VAN LOO, 1994). Esses microcristais formam mistura cremosa que dá a sensação de presença de gordura (NINESS, 1999). A oligofrutose, por sua vez, apresenta cadeias curtas (GP 2-9) e é altamente higroscópica. Sua capacidade de retenção de água é superior à da sacarose e similar à do sorbitol. Tratando-se de carboidratos não-redutores, não participam nas reações de Maillard (DREVON; BORNET, 1992). Essas fibras alimentares são altamente estáveis, suportam pH acima de 3 e temperatura superior a 140° C (BORNET, 1994).

Inulina e oligofrutose podem ser aplicados em vários tipos de alimentos, tanto com funções nutritivas (fibra e prebiótico) quanto tecnológicas (Tabela 1).

**Tabela 1:** Aplicação de inulina e oligofrutose em alimentos.

<b>ALIMENTOS</b>	<b>FUNÇÕES</b>
logurtes e sobremesas	Substituto de açúcar, melhorador de textura e sensação bucal, fibra e prebiótico
Bebidas	Substituto de açúcar, melhorador da sensação bucal, estabilização de espuma e prebiótico
Pães e recheios	Substituto de açúcar e gordura, melhorador de textura, fibra e prebiótico
Produtos cárneos	Substituto de gordura, melhorador de textura, estabilizante e fibra
Bolos e biscoitos	Substituto de açúcar, retenção de umidade, fibra e prebiótico

Fontes: FRANCK (2002); WANG (2009).

### **3.2.2 Efeitos benéficos à saúde**

Oligofrutose e inulina são importantes agentes prebióticos que influenciam benéficamente a flora do trato-gastrointestinal de humanos. Foi verificado que a ingestão de 5g/dia de oligofrutose é suficiente para elevar o número de bifidobactérias (RAO, 2001). De acordo com Reid et al. (2003), doses efetivas de prebióticos parecem ser cerca de 1 a 3g/dia para crianças e 5 a 15g/dia para adultos. Entretanto, os prebióticos geralmente são misturas de carboidratos, com diferentes graus de polimerização, dificultando a determinação da dose efetiva.

A microbiota intestinal exerce influência considerável sobre uma série de reações bioquímicas e absorção de nutrientes. Quando em equilíbrio, impede que microrganismos patogênicos exerçam seus efeitos prejudiciais (ZIEMER, 1998). Quando em desequilíbrio, pode causar alterações como diarreia (associada a infecções ou ao tratamento por antibióticos), alergia alimentar, doenças inflamatórias intestinais (ISOLAURI; SALMINEN; OUWEHAND, 2004). Com o conhecimento da microbiota intestinal e suas interações, surgiram estratégias alimentares visando o benefício deste equilíbrio. O consumo adequado de alimentos prebióticos pode aumentar o número de microrganismos promotores da saúde no trato gastrintestinal (SAAD, 2006).

Alguns estudos experimentais indicam a aplicação da inulina como fator bifidogênico. Isso significa: estimulação das bactérias benéficas que auxiliam a imunidade, induzindo, assim, uma redução nos níveis de bactérias patogênicas no intestino; alívio da constipação; redução do risco de arteriosclerose através da diminuição na síntese de triglicérides e ácidos graxos no fígado e diminuição do nível desses compostos no sangue; e uma diminuição do risco de osteoporose resultante da absorção diminuída de minerais, particularmente o cálcio (SAAD, 2006; ROBERFROID, 2007).

Alguns estudos sugerem que 100% da inulina e dos FOS são fermentados no cólon. Assim, a eficiência desses prebióticos depende da população bacteriana presente no cólon, que varia de indivíduo para indivíduo (ARABBI, 2001). Entre as propriedades associadas às bifidobactérias descritas por Gibson, Willis, Van Loo (1994) estão:

- ✓ Efeito inibitório sobre as bactérias potencialmente patogênicas, principalmente devido à sua habilidade de produzir ácidos fortes, acetato e lactato, provenientes da fermentação dos açúcares, provocando a redução do pH e inibindo a ação das bactérias patogênicas;
- ✓ Ações imunorreguladoras;
- ✓ Produção de vitaminas, principalmente do complexo B;
- ✓ Redução da concentração de amônia no sangue;
- ✓ Redução do colesterol sanguíneo;
- ✓ Restauração da microbiota intestinal após uma terapia com antibióticos.

Até o momento, somente a inulina e os FOS são conhecidos por apresentarem efeito bifidogênico, isto é, estimulam o crescimento intestinal das bifidobactérias. Por efeito antagonista, estas suprimem a atividade de bactérias putrefativas (*E. coli*, *Streptococcus faecales*, *Proteus*, etc.) e suas enzimas que levam a formação de substâncias tóxicas e que podem provocar câncer (BORGES, 2001).

A fermentação dos prebióticos no intestino leva à produção de ácidos graxos de cadeia curta –AGCC- (acetato, propionato e butirato) que são totalmente absorvidos pelo trato intestinal. Os AGCC têm um efeito sistêmico no metabolismo da glicose e dos lipídios causando diminuição da glicemia posprandial e reduzindo a concentração de triglicerídeos e colesterol sanguíneos (CAPITO; FILISETTI, 1999).

Em estudo realizado por Lopez, Coudray e Levrat-Verny (2000), foi demonstrado que, quando há a ingestão de FOS, ocorre uma maior absorção de minerais como cálcio e magnésio. Evidências apontam para maior absorção de cálcio em humanos, acompanhado de aumento da densidade da massa óssea devido ao consumo de FOS, indicando redução de risco de osteopenia e osteoporose (VAN LOO et al., 1998).

DELZENNE et al. (1993) relataram o decréscimo dos triacilgliceróis no sangue de ratos alimentados com dietas contendo 20% de FOS e 10% de inulina. Tal resultado concorda com Fiordaliso et al. (1995), que observaram redução de 15% nas taxas do colesterol total e decréscimo de 15% nos fosfolipídios e 25% nos triacilgliceróis em ratos após a ingestão de 10% de FOS.

Os efeitos hipolipidêmicos dos FOS foram observados também em humanos. DAVIDSON et al. (1998) conduziram experimento com indivíduos cujos níveis de lipídios estavam levemente alterados no sangue. Verificaram diminuição de 8,7% na concentração de colesterol total e de 14,4% na concentração de LDL-colesterol, após a ingestão de 18g de inulina por dia.

### **3.3 Adição de frutanos em bolos**

Os produtos panificados ocupam a terceira colocação na lista de compras do brasileiro representando, em média, 12% do orçamento familiar para alimentação. O mercado brasileiro importa do Canadá e Argentina cerca de 50% do volume de trigo para consumo doméstico (BRASIL, 1999).

Embora não constitua um alimento básico, o bolo é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade. Trata-se de produto obtido pela mistura, homogeneização e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, fermentadas ou não e outras substâncias alimentícias (como, por exemplo, leite, ovos e gordura). A farinha de trigo constitui o principal componente das formulações por fornecer a matriz em torno da qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa (EL-DASH; CAMARGO, 1982).

Os bolos, doces ou salgados, são resultados de uma mistura de farinha, fermento, ovos, gordura e um líquido, que pode ser leite, iogurte, água ou suco de fruta. A consistência da massa varia de acordo com a presença e a proporção de certos ingredientes: leve ou pesada. A massa é considerada leve quando contém

maior quantidade de ar, pesada quando contém maior quantidade de gordura (PHILIPPI, 2006).

Entre os produtos de panificação, o bolo vem crescendo no que se refere ao consumo e comercialização no Brasil. O desenvolvimento tecnológico possibilitou mudanças nas indústrias transformando a produção de pequena para grande escala (MOSCATO; PRUDÊNCIO-FERREIRA; HAULY, 2004).

Em estudos realizados por Zahn, Pepke e Rohm (2010), foi demonstrado que a substituição de até 50% da gordura por inulina em bolos e produto afins é possível. Trabalhos já foram realizados adicionando-se inulina e oligofrutose em bolos.

A Metodologia de Superfície de Resposta foi utilizada na determinação de formulações de bolo de chocolate contendo farinha de yacon, inulina e água (MOSCATTO et al., 2006). O bolo produzido com substituição de 20% da farinha de trigo por farinha de yacon, 0% de inulina e 153 mL de água apresentou os melhores resultados de dureza, coesividade e volume específico. Apesar disso, a condição de 40% de farinha de yacon, 6% de inulina e 126 mL de água apresentou resultados semelhantes à condição ótima, sendo que ainda forneceu grande quantidade de inulina. Essas mesmas formulações foram avaliadas sensorialmente quanto à aceitação através de escala hedônica, sendo tão aceitas quanto à formulação sem substituição de farinha de trigo para os atributos cor, maciez e aceitação global (MOSCATO; PRUDÊNCIO-FERREIRA; HAULY, 2004).

Oligofrutose foi adicionada à formulação de bolos como substituta total de açúcar e estes foram analisados instrumentalmente (cor, volume e textura) e sensorialmente (escala hedônica) (RONDA et al., 2005). Apesar dos ruins resultados que mostraram uma baixa aceitação sensorial para os bolos com oligofrutose, principalmente relacionados com gosto e sabor, os autores relataram importância na utilização deste composto como alimento funcional em bolos e sugeriram que poderia ser interessante a adição de pequenas quantidades destes oligossacarídeos para corrigir a cor excessivamente clara de bolos sem açúcar elaborado com polióis.

Estudos realizados determinaram que a adição de 5,7% de inulina em pão branco como substituto da gordura não afetou suas características sensoriais (LAJOLO, MENEZES, 2006).

Como mostrado acima, apenas testes de aceitação e preferência através do uso de escala hedônica foram realizados em produtos de panificação adicionados de frutanos. Sabendo-se que inulina e oligofrutose resultam em alterações nos atributos sensoriais de produtos de panificação, é interessante investigar os efeitos da adição desses compostos nas características sensoriais desses produtos através de testes sensoriais mais refinados e completos, como ADQ e mapa de preferência interno.

### **3.4 Análise Sensorial**

Análise sensorial é uma disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações das características dos alimentos e materiais da forma em que são percebidos pelos sentidos da visão, olfação, paladar, tato e audição, através de testes específicos e equipe treinada ou não. Ou seja, a análise sensorial é uma metodologia para analisar, medir e interpretar as reações geradas pelas características sensoriais dos produtos, utilizando os órgãos de sentido humano como instrumento de análise (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Vários são os tipos de testes utilizados em análise sensorial, podendo ser classificados em três grupos:

- 1) discriminativos: são testes utilizados para verificar a diferença sensorial entre produtos;
- 2) afetivos: são testes utilizados para verificar a aceitação e preferência de produtos;
- 3) descritivos: são testes que têm como função descrever o perfil de aroma ou de textura ou até o perfil sensorial completo de produtos.

Os testes sensoriais são aplicados como garantia de qualidade por serem uma medida multidimensional integrada, possuindo importantes vantagens como identificação de diferenças sutis, definição de características sensoriais importantes de um produto e capacidade de detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos (MUNOZ; CIVILLE; CARR, 1992).

As propriedades sensoriais são influenciadas diretamente pela composição química e propriedades físicas de um produto. São percebidas pelo indivíduo como atributos de aparência, aroma, sabor e textura, os quais influenciam a competitividade entre os produtos (MOLNAR; TOTH; BOROSS, 1993)

### 3.4.1 Análise Descritiva Quantitativa

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) apresenta-se como uma metodologia que proporciona a obtenção de uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes (LAWLESS; HEYMANN, 1999). Possui inúmeras aplicações, como por exemplo, acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos para verificar possíveis alterações no decorrer do período, desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade de produtos industrializados, correlação entre testes sensoriais e instrumentais (STONE; SIDEL, 1993).

As etapas da ADQ são: recrutamento e pré-seleção dos provadores, levantamento da terminologia descritiva, treinamento e seleção dos provadores e análise das amostras. Os dados finais obtidos são submetidos a análise de variância, teste de Tukey e Análise de Componentes Principais (STONE; SIDEL, 1993).

A Análise Descritiva Quantitativa permite traçar o perfil sensorial dos produtos avaliados, e quando é associada ao estudo afetivo de consumidor, permite chegar a conclusões de extrema importância, como conhecer as características sensoriais e em que intensidade está presente nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores, e, ainda, verificar de que forma 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 (MUÑOZ; CHAMBERS; HUMMER, 1996; STONE; SIDEL, 1993).

### 3.4.2 Escala hedônica

A avaliação de aceitação empregando a escala hedônica estruturada é uma forma de avaliar o quanto um consumidor gosta ou desgosta de um produto.

A escala hedônica estruturada de 9 pontos foi desenvolvida a partir da investigação da aceitabilidade de refeições militares. Estudaram-se escalas diferentes, variando o comprimento e o número de categorias, bem como se

selecionaram as palavras mais apropriadas para serem usadas como âncora para cada categoria, resultando em uma escala com nove pontos ou categorias e nove declarações (STONE; SIDEL, 1993).

A escala hedônica estruturada de nove pontos é simples e de fácil uso e compreensão por parte dos consumidores, motivos pelos quais é um dos testes de aceitação mais utilizados. Além disso, é possível avaliar os resultados da escala hedônica através de análises multivariadas, obtendo-se representações gráficas da preferência dos provadores e grupo de provadores em relação aos alimentos testados.

A técnica de Mapa de Preferência utiliza análise estatística multivariada para obter, num espaço multidimensional, uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre produtos, identificando o indivíduo e suas preferências (ELMORE, et al, 1999; SCHLICH, McEWAN, 1992) Permite, ainda, identificar as amostras mais aceitas pela maioria da população do estudo e, ao considerar a individualidade de cada provador, caracterizar grupos com diferentes preferências e padrões de consumo. Os Mapas podem ser divididos em duas categorias: interno, quando se constrói o espaço vetorial sobre dados de aceitação/preferência gerados a partir de testes afetivos, e externo, onde o espaço vetorial é construído com dados de análise descritiva ou outras caracterizações físico-químicas e, depois correlacionado com dados de aceitação (LAWLESS, HEYMANN, 1998; MacFIE, THOMSON, 1988).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

Foram desenvolvidos três bolos de sabor laranja, sendo um bolo padrão, sem adição de frutanos, e dois bolos contendo frutanos para possuírem alegação de prebióticos, com um mínimo de 3g de frutanos totais por porção do alimento sólido a ser consumido (ANVISA).

Os frutanos foram fornecidos pela Beneo-Orafti, empresa belga que extrai e produz inulina e oligofrutose: um deles, Orafti®GR, é composto por inulina (BENEO-ORAFITa) em quase que sua totalidade, e o outro, Orafti®Synergy1, constitui de oligofrutose enriquecida com inulina (BENEO-ORAFITb). Os demais ingredientes utilizados na confecção dos bolos foram adquiridos em mercado local e foram sempre da mesma marca e especificação.

O bolo adicionado do produto Orafti®GR foi chamado de “GR”, enquanto que o adicionado do produto Orafti®Synergy1 foi chamado de “S”. A tabela 2 apresenta a formulação dos três bolos desenvolvidos.

**Tabela 2:** Formulações dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo inulina/oligofrutose (S).

Ingredientes	Bolo P	Bolo GR	Bolo S
Farinha de trigo (g)	260	290	310
Orafti®GR	0	77,7	0
Orafti®Synergy1	0	0	77,7
Açúcar refinado (g)	398	398	398
Óleo de soja (mL)	200	200	200
Suco de laranja (mL)	250	250	250
Ovos (unidade)	3	3	3
Essência de laranja (gotas)	10	10	10
Fermento químico (g)	10	10	10

Todos os ingredientes, com exceção do fermento químico, foram homogêneos em liquidificador Philips (modelo RI2034/00), na velocidade 2, por 1min. O fermento químico foi acrescentado e misturado à massa no modo pulsar

do aparelho. A massa foi colocada em formas de alumínio e assada em forno Pasioni (modelo Turbo 240 Classic) pré aquecido (30min). O forneamento para o bolo padrão foi de 40 minutos a 110°C e para os bolos adicionados de frutanos (GR e S) de 50 minutos a 110°C. Os parâmetros de tempo e temperatura foram definidos através de testes preliminares. Foi necessário tempos diferentes de forneamento, pois os bolos adicionados de frutanos não apresentaram cocção adequada com 40 minutos, sendo portanto necessário o fornemaneto por mais 10 minutos.

O teor de frutanos totais foi avaliado em triplicata através do método enzimático-colorimétrico proposto por MCCLEARY e ROSSITER (2004), utilizando o kit FRUCTAN HK (Megazyme, Ireland). A Tabela 3 apresenta a quantidade de frutanos totais nos bolos desenvolvidos.

**Tabela 3:** Quantidade de frutanos totais nos bolos contendo inulina (GR) e oligofrutose/inulina (S).

	Frutanos totais (%)	Frutanos totais por porção de 60g* (g)
Bolo GR	9,0 (1,4)	5,4
Bolo S	8,3 (2,5)	5,0

\* O tamanho das porções, estabelecido por BRASIL (2003), é de 60g para “bolos sem recheio”.

## 4.2 Análises sensoriais

As análises sensoriais foram realizadas em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

### 4.2.1 Análise Descritiva Quantitativa

Os bolos foram avaliados usando a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), conforme metodologia descrita por STONE e SIDEL (1993).

#### **4.2.1.1 Recrutamento e pré-seleção dos provadores**

Os provadores foram recrutados dentre os alunos de graduação, pós-graduação, funcionários e professores do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de São José do Rio Preto.

O recrutamento ocorreu no mês de Agosto de 2010, durante 5 dias (segunda a sexta-feira) no período da manhã e da tarde (8:00 as 12:00 e das 13:30 as 17:30 horas).

Trinta e nove indivíduos (alunos e funcionários) tiveram interesse em participar dos testes e cada um preencheu um questionário (Figura 1), com o intuito de eliminar os indivíduos que apresentassem patologias (intolerância a lactose, doença celíaca, alergia as proteínas do leite e do ovo, diabetes e hipertensão), os indivíduos que eram fumantes e aqueles que tivessem aversão ou não consumiam frequentemente o produto.



Em seguida, todos os trinta e nove participantes recrutados preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Figura 2) e se fez uma pré-seleção dos mesmos com base na capacidade de reconhecimento de gostos básicos e de odores e no poder discriminativo usando testes triangulares sequenciais.

<b>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b>	
(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)	
<p>Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Perfil sensorial e de aceitação de produtos de panificação formulados com prebióticos” sob responsabilidade da pesquisadora Ana Carolina Conti e Silva. O estudo será realizado através de análises sensoriais de produtos de panificação para estudo do perfil sensorial e de aceitação destes produtos. A pesquisa não oferecerá nenhum risco à sua saúde, pois os produtos a serem experimentados, que são de consumo comum, serão fabricados sob rígidos controles de higiene. Você poderá consultar a pesquisadora responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato destes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação nos testes sensoriais, você será encaminhado à Seção Técnica de Saúde (UNAMOS), situado à Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth – São José do Rio Preto/SP – Telefones (17) 3221.2415 – 3221.2416 – 3221.2485. Este estudo é importante porque seus resultados fornecerão informações sobre as características sensoriais de produtos de panificação contendo prebióticos, que são compostos que auxiliam o equilíbrio da flora intestinal.</p> <p>Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, por favor coloque sua assinatura a seguir e forneça os dados solicitados.</p>	
Nome: _____	R.G. _____
Endereço: _____	Fone: _____
_____, _____ de _____ de 2010.	
_____ Usuário ou responsável legal	_____ Pesquisador responsável

**Figura 2:** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para o teste de reconhecimento de gostos básicos, utilizaram-se as seguintes concentrações: 0,8 e 0,4% de sacarose (gosto doce), 0,15 e 0,10% de cloreto de sódio (gosto salgado), 0,03 e 0,02% de ácido cítrico (gosto ácido), 0,05 e 0,03% de cafeína (gosto amargo) e água pura. As soluções foram apresentadas em copos plásticos de 50 mL codificados com algarismos de três dígitos, de forma aleatória e balanceada, e avaliadas em cabines individuais sob luz branca. Foi utilizada a ficha demonstrada na figura 3 e foi fornecido um copo de água para que os provadores pudessem enxaguar a boca entre uma amostra e outra. Os provadores que obtiveram, pelo menos, 70% de respostas corretas, realizaram o teste de reconhecimento de odores.

TESTE DE GOSTOS BÁSICOS	
Nome: _____	
Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e identifique para cada uma os gostos: <i>salgado, doce, amargo, ácido ou nenhum</i> .	
Amostra	Identifique o gosto
1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____
9	_____

**Figura 3:** Ficha de avaliação de gostos básicos.

As amostras utilizadas no teste de reconhecimento de odores foram: orégano, vinagre, açúcar, pimenta-do-reino, catchup, cravo-da-índia, canela, cebola, alho e café. As mesmas foram colocadas em xícaras de porcelanas, codificadas com algarismos de três dígitos e cobertas com duas camadas de papel alumínio, sendo uma com pequenos orifícios para saída dos compostos voláteis e outra para

tampar os orifícios. As amostras, avaliadas em cabines individuais sob luz branca, foram apresentadas em duas sequências idênticas, porém em ordem aleatorizada e balanceada. Os provadores foram instruídos a cheirar a primeira sequência de amostras e depois a segunda, em seguida associar os códigos da segunda sequência aos códigos da primeira e identificar as amostras e preencher a ficha demonstrada na figura 4.

Os provadores que obtiveram, pelo menos, 70% de respostas corretas (tanto associação quanto descrição do odor; MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1999) realizaram os testes triangulares sequenciais.

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

Você está recebendo 2 sequências com 10 amostras cada. Por favor, cheire a 1ª sequência da esquerda para direita e depois a 2ª sequência. Relacione as amostras idênticas da 1ª com a 2ª sequência. Em seguida, identifique os odores dos produtos em questão.

<b>Amostra 1ª sequência</b>	<b>Amostra da 2ª sequência</b>	<b>Identifique o produto</b>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

**Figura 4:** Ficha de avaliação de reconhecimento de odores.

Para avaliação da capacidade discriminatória dos provadores, foram utilizados testes triangulares sequenciais levando-se em consideração a doçura, já que este parâmetro seria importante para a análise dos bolos. Dessa forma, foram utilizadas soluções de sacarose a 0,6% e água pura. As soluções foram codificadas com algarismos de três dígitos, avaliadas em cabines individuais sob luz branca e apresentadas de forma balanceada e aleatorizada. Foi fornecido um copo de água para que os provadores pudessem enxaguar a boca entre uma amostra e outra e

se utilizou a ficha apresentada na Figura 5. Os resultados foram avaliados de acordo com a análise sequencial de Wald, utilizando-se:

- $p_0 = 1/3$  = máxima habilidade inaceitável (probabilidade de acertar por acaso);
- $p_1 = 2/3$  = mínima habilidade aceitável;
- $\alpha = 0,05$  = probabilidade de selecionar um candidato inaceitável, sem acuidade gustativa;
- $\beta = 0,10$  = probabilidade de não selecionar um candidato aceitável (SHIROSE; MORI, 1996, citados por FERREIRA et al, 2000).

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

Você esta recebendo amostras para teste triangular. Prove cada trio da esquerda para direita e anote o código da amostra que é diferente.

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

5 \_\_\_\_\_

6 \_\_\_\_\_

7 \_\_\_\_\_

8 \_\_\_\_\_

**Figura 5:** Ficha de teste triangular sequencial.

Entre os 39 provadores avaliados, 14 foram pré selecionados e seguiram para a próxima etapa da ADQ, sendo o levantamento da terminologia descritiva.

#### **4.2.1.2 Levantamento da terminologia descritiva**

Para o desenvolvimento da terminologia descritiva dos bolos utilizou-se o Método de Rede descrito por KELLY (1955), citado por MOSKOWITZ (1983). Nesta etapa, o bolo padrão e uma amostra de bolo comercial sabor laranja foram apresentados aos provadores em cabines individuais sob luz branca, sendo

solicitado ao provador que descrevesse as similaridades e as diferenças entre as amostras quanto à aparência, aroma, textura e sabor (Figura 6). Foi utilizado um bolo comercial já que o desenvolvimento dos bolos com frutanos ainda não estava finalizado.

Nome: _____		Idade: _____	
Você esta recebendo duas amostras de bolo de laranja. Por favor, avalie as duas amostras e anote tudo que for observado (percebido) antes, durante e após o consumo.			
<b><u>Aparência</u></b>			
Similaridades		Diferenças	
<b><u>Aroma</u></b>			
Similaridades		Diferenças	
<b><u>Textura</u></b>			
Similaridades		Diferenças	
<b><u>Sabor</u></b>			
Similaridades		Diferenças	

**Figura 6:** Ficha de levantamento dos termos descritores.

Após esta avaliação, os provadores reuniram-se e foram listados os descritores individuais gerados por cada um dos provadores. Após discussão, selecionaram-se de forma consensual os termos mais frequentes e importantes para descrever a aparência, o aroma, a textura e o sabor das amostras, eliminando-se os sinônimos e os termos menos citados.

A definição de cada descritor e suas amostras referências foram elaboradas de forma consensual com a equipe de provadores, sendo que uma ficha de avaliação das amostras foi elaborada com os descritores gerados e adicionando-se ao lado de cada descritor uma escala de intensidade não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos esquerdo e direito com os termos “pouco”/“fraco”/“pequeno” e “muito”/“forte”/“grande”, respectivamente (Figura 7).

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BOLO DE LARANJA	
Nome: _____	AMOSTRA: _____
Cor marrom da casca	<input type="text"/> Fraco <input type="text"/> Forte
Cor bege da massa	<input type="text"/> Fraco <input type="text"/> Forte
Brilho da casca	<input type="text"/> Pouco <input type="text"/> Muito
Uniformidade da casca	<input type="text"/> Pouco <input type="text"/> Muito
Tamanho das bolhas na massa	<input type="text"/> Pequeno <input type="text"/> Grande
Aroma de laranja	<input type="text"/> Fraco <input type="text"/> Forte
Sabor de laranja	<input type="text"/> Fraco <input type="text"/> Forte
Gosto doce	<input type="text"/> Fraco <input type="text"/> Forte
Maciez	<input type="text"/> Pouco <input type="text"/> Muito
Umidade	<input type="text"/> Pouco <input type="text"/> Muito
Fragilidade	<input type="text"/> Pouco <input type="text"/> Muito
Pegajoso	<input type="text"/> Pouco <input type="text"/> Muito

**Figura 7:** Ficha de avaliação dos atributos sensoriais dos bolos.

#### 4.2.1.3 Treinamento e seleção da equipe sensorial

Durante o treinamento da equipe, os provadores eram solicitados a avaliar a intensidade dos atributos das três amostras de bolo de laranja (padrão, GR e S), utilizando a ficha de avaliação previamente desenvolvida (Figura 7). Em cada sessão foram também apresentadas as amostras referências relativas aos diferentes descritores.

Como para o levantamento dos termos descritores foi utilizado um bolo comercial, durante o treinamento foi garantido que os bolos com frutanos apresentavam todos e nenhum além dos atributos anteriormente citados.

Nessa etapa de treinamento ocorreu a desistência de quatro dos provadores, sendo que a equipe ficou composta por dez provadores. Após treinamento, procedeu-se a seleção de provadores, considerando-se a capacidade discriminativa, repetibilidade e consenso de cada indivíduo com a equipe sensorial, conforme sugerido por DAMÁSIO e COSTELL (1991). Para isso, cada um dos provadores avaliou as três amostras do estudo em triplicata. Os bolos foram apresentados em pratos plásticos codificados com algarismos de três dígitos, de forma aleatória, balanceada e monádica, e avaliados em cabines individuais sob luz branca. Foi utilizada a ficha previamente desenvolvida (Figura 7) e foram fornecidas água e bolacha de água e sal para limpar a boca entre uma amostra e outra (Figura 8).



**Figura 8:** Provador avaliando os bolos na cabine de análise sensorial

Os resultados de cada provador foram submetidos à análise de variância (ANOVA), tendo como fontes de variação amostra e repetição. Para cada provador, determinou-se o nível de significância ( $p$ ) para  $F_{\text{amostra}}$  e  $F_{\text{repetição}}$ . Foram selecionados aqueles provadores que obtiveram  $p$  de  $F_{\text{amostra}} \leq 0,50$  e  $p$  de  $F_{\text{repetição}} \geq 0,05$  para a maioria dos atributos sensoriais, além de ter sido avaliada a interação amostra X provador para cada atributo ( $p \geq 0,05$ ) (ASTM 1981). As análises foram realizadas no programa PASW Statistics 18 (SPSS Inc.).

#### **4.2.1.4 Avaliação das amostras**

Para definição do perfil sensorial, as três amostras de bolo foram avaliadas pelos provadores em quatro repetições, utilizando-se a ficha de avaliação previamente desenvolvida (Figura 7). Os bolos foram apresentados em pratos plásticos codificados com algarismos de três dígitos, de forma aleatória, balanceada e monádica. Foram fornecidas água e bolacha de água e sal para limpar a boca entre uma amostra e outra e a avaliação ocorreu em cabines individuais sob luz branca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de diferença de médias de Tukey, sendo que as diferenças foram consideradas significativas para valores de  $p \leq 0,05$ . Foi também realizada a análise de correlação entre os atributos para cada tipo de produto, sendo considerada correlação forte quando o coeficiente de correlação de Pearson esteve acima de 0,7 ou abaixo de  $-0,7$  ( $p \leq 0,05$ ). O programa utilizado foi o PASW Statistics 18 (SPSS Inc.).

As médias para cada atributo de cada bolo foram representadas na forma de gráfico aranha, utilizando-se o programa Microsoft Excel 2007. Os resultados também foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando-se o programa Statistica 7.0 (StatSoft, Inc).

#### **4.2.2 Teste de aceitação**

Os bolos P, GR e S e mais três bolos de laranja comerciais foram submetidos a um teste afetivo de aceitação, utilizando escala hedônica estruturada verbal de nove pontos (9 = gostei extremamente; 5= não gostei nem desgostei e 1 = desgostei extremamente), para avaliar os atributos aparência, aroma, textura, sabor e avaliação global (Figura 9).

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

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( )F ( )M

Com qual frequência consome bolos (não especificamente de laranja)?

( ) diariamente

( ) semanalmente

( ) quinzenalmente

( ) mensalmente

( ) não consumo bolos

Você está recebendo uma amostra de bolo de laranja. Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo.

9 – gostei extremamente  
 8 – gostei muitíssimo  
 7 – gostei moderadamente  
 6 – gostei levemente  
 5 – não gostei nem desgostei  
 4 – desgostei levemente  
 3 – desgostei moderadamente  
 2 – desgostei muitíssimo  
 1 – desgostei extremamente

Item	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°
Aparência				
Aroma				
Textura				
Sabor				
Avaliação global				

Comentários: \_\_\_\_\_

**Figura 9:** Ficha para avaliação da aceitação sensorial dos bolos.

Como havia seis bolos para serem avaliados, utilizou-se um delineamento de blocos incompletos (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1999), adotando-se os seguintes parâmetros para cada bloco:

- cada provador avaliou 4 amostras;
- cada amostra foi avaliada 4 vezes;
- total de 6 provadores para o fechamento do bloco.

Para a obtenção de, pelo menos, 50 avaliações de cada amostra, os blocos foram repetidos 13 vezes, totalizando 52 análises para cada amostra e 78 provadores não treinados.

Dentro de cada bloco, as amostras foram apresentadas em copinhos descartáveis codificados com três dígitos, de forma aleatória, balanceada e

monádica. O teste foi conduzido em cabines individuais sob luz branca e os provadores também receberam um copo de água para enxaguar a boca entre uma amostra e outra.

Os resultados foram comparados por meio de análise de variância seguida do teste de Tukey e as diferenças foram consideradas significativas para valores de  $p \leq 0,05$ . Foi feita análise de correlação entre os atributos sensoriais e destes com os resultados da ADQ para cada tipo de produto, sendo considerada correlação forte quando o coeficiente de correlação de Pearson esteve acima de 0,7 ou abaixo de -0,7 ( $p \leq 0,05$ ). Nestes casos, utilizou-se o programa PASW Estatistics 18 (SPSS Inc.).

As notas atribuídas pelos provadores foram representadas graficamente na forma de distribuição de frequências, utilizando o programa Microsoft Excel 2007. Os produtos foram considerados aceitos quando 50% dos provadores atribuíram nota de, pelo menos, “gostei levemente” (nota 6), considerado, portanto, o ponto de corte mínimo de aceitabilidade (CONTI-SILVA, SILVA, ARÊAS, 2011).

Foi construído o mapa de preferência interno a partir dos resultados da escala hedônica estruturada de nove pontos. Para isso, realizou-se a análise de agrupamento (“cluster analysis”) para as amostras, utilizando-se como método de deleção dos dados a substituição pela média, seguida da análise multivariada de escala multidimensionalmente a esta análise. Estas análises foram realizadas no programa Statistica 7.0 (StatSoft, Inc).

#### **4.2.3 Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa**

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, de acordo com a Resolução CNS/196/96, através do parecer de nº 021/10 (Anexo 1).

#### **4.3 Análises instrumentais de textura e cor**

Foram realizadas análises de textura e de cor dos bolos P, GR e S para correlacionar os dados sensoriais com instrumentais.

A análise do perfil de textura (SZCZESNIAK, 2002) foi realizada em texturômetro TAXT2i. Os parâmetros utilizados foram: velocidade de pré-teste 1mm/s; velocidade de teste 1mm/s, velocidade de pós-teste 10mm/s; compressão de 50% da altura da amostra; tempo entre as duas compressões de 5s; probe cilíndrico de alumínio com diâmetro de 25mm (P25). Os dados foram coletados pelo software Texture Expert. Foram analisados os parâmetros de dureza, mastigabilidade, coesividade, elasticidade e adesividade. Foram realizadas dez medidas para cada amostra e as médias foram comparadas por ANOVA seguida do teste de Tukey, utilizando-se o programa PASW Statistics 18 (SPSS Inc.).

A análise de cor foi realizada em colorímetro Hunterlab, modelo Color Flex, utilizando iluminante D65 e observador 10°. Utilizou-se o sistema CIE-L\*a\*b\* (L\* = luminosidade; a\* = vermelho/verde; b\* = amarelo/azul), sendo também obtidos os valores de croma (C\*) e tom (H\*) (CLYDESDALE, 1984). As análises foram feitas em triplicata e as médias foram avaliadas através do teste de Kruskal-Wallis e teste de Dunn de comparação de médias, usando-se o programa PASW Statistics 18 (SPSS Inc.).

Foi feita análise de correlação entre os valores instrumentais e os resultados da ADQ e do teste de aceitação para cada tipo de produto, sendo considerada correlação forte quando o coeficiente de correlação de Pearson esteve acima de 0,7 ou abaixo de -0,7 ( $p \leq 0,05$ ). Para isso, utilizou-se o programa PASW Statistics 18 (SPSS Inc.).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Textura e cor instrumentais

A Tabela 4 apresenta os dados instrumentais da textura e da cor dos bolos.

**Tabela 4:** Textura e cor do bolo padrão (P), do contendo inulina (GR) e do contendo inulina/oligofrutose (S).

	<b>Bolo P</b>	<b>Bolo GR</b>	<b>Bolo S</b>
<i>TPA</i>			
Dureza (N)	0,9 (0,31) <sup>a</sup>	1,1 (0,50) <sup>a</sup>	1,1 (0,19) <sup>a</sup>
Coabilidade	0,7 (0,10) <sup>a</sup>	0,3 (0,15) <sup>b</sup>	0,5 (0,20) <sup>a</sup>
Elasticidade	0,8 (0,15) <sup>a</sup>	0,8 (0,10) <sup>a</sup>	0,8 (0,09) <sup>a</sup>
Mastigabilidade (N)	0,5 (0,20) <sup>a</sup>	0,3 (0,27) <sup>a</sup>	0,5 (0,17) <sup>a</sup>
Adesividade (N.s)	0,5 (0,38) <sup>a</sup>	0,8 (0,41) <sup>a</sup>	0,7 (0,26) <sup>a</sup>
<i>Cor casca</i>			
L*	51,4 (1,9) <sup>A</sup>	41,8 (1,8) <sup>A</sup>	50,5 (5,6) <sup>A</sup>
a*	18,6 (0,7) <sup>A</sup>	20,5 (0,6) <sup>A</sup>	18,7 (1,7) <sup>A</sup>
b*	38,9 (5,3) <sup>A</sup>	30,6 (1,5) <sup>A</sup>	36,6 (3,7) <sup>A</sup>
C*	43,2 (4,7) <sup>A</sup>	36,8 (1,1) <sup>A</sup>	41,2 (2,6) <sup>A</sup>
H	64,2 (3,5) <sup>A</sup>	56,2 (1,7) <sup>A</sup>	62,8 (4,3) <sup>A</sup>
<i>Cor miolo</i>			
L*	77,6 (0,3) <sup>A</sup>	74,3 (0,7) <sup>A</sup>	74,6 (0,5) <sup>A</sup>
a*	2,8 (0,3) <sup>A</sup>	4,7 (0,4) <sup>A</sup>	4,4 (0,1) <sup>A</sup>
b*	27,9 (0,7) <sup>A</sup>	33,5 (0,3) <sup>B</sup>	30,5 (0,7) <sup>AB</sup>
C*	28,1 (0,7) <sup>A</sup>	33,8 (0,3) <sup>A</sup>	30,8 (0,7) <sup>A</sup>
H	84,3 (0,4) <sup>A</sup>	82,0 (0,7) <sup>A</sup>	81,8 (0,2) <sup>A</sup>

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Letras maiúsculas iguais na mesma linha indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Dunn ( $p > 0,05$ ).

Observa-se pela tabela 4 que não houve diferença significativa para a maioria dos parâmetros (dureza, elasticidade, mastigabilidade e adesividade). A diferença significativa ocorreu apenas para o parâmetro coabilidade, sendo o

bolo GR menos coeso que os demais, indicando que ele se rompe mais facilmente do que os outros bolos.

Em relação à cor da casca, não houve diferença significativa entre todos os parâmetros para os três bolos. Já para a cor do miolo, o bolo GR apresentou maior valor de  $b^*$  em relação ao padrão, indicando maior tonalidade de amarelo em relação à amostra padrão.

## **5.2 Análise Descritiva Quantitativa**

### **5.2.1 Pré-seleção dos provadores**

Dentre os 39 provadores avaliados, foram eliminados 23 candidatos nos testes de gostos básicos e de reconhecimento de odores e 2 candidatos eliminados no teste triangular seqüencial, restando 14 aprovados na etapa de pré-seleção.

### **5.2.2 Levantamento da terminologia descritiva**

O painel sensorial apontou doze termos descritores para os bolos de laranja. A Tabela 5 apresenta esses termos descritores, juntamente com suas definições e referências.

Um dos provadores relatou ter sentido aroma de ovo, mas em discussão com o grupo e com o consentimento do provador esse termo foi retirado da terminologia, pois foi percebido apenas por ele. O mesmo ocorreu com o aroma de farinha, que foi detectado por apenas um provador e o mesmo com consentimento da equipe aceitou a retirada do termo, já que mais nenhum provador conseguiu detectar esse aroma.

**Tabela 5:** Definições e referências dos termos descritores de bolo de laranja.

	<b>DEFINIÇÃO</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>
<b>APARÊNCIA</b>		
Cor marrom da casca	Cor marrom característica de casca de bolo comum	Fraco: Biscoito de Leite (Marilan) Forte: Xarope de glicose (Yoki)
Cor bege da massa	Cor bege característica de miolo de bolo comum	Fraco: Miolo de pão de forma (Pullman) Forte: Biscoito de Leite (Marilan)
Brilho da casca	Capacidade de reflexão da luz	Pouco: Biscoito de Leite (Marilan) Muito: Brigadeiro (Moça Fiesta)
Uniformidade da casca	Homogeneidade da casca em relação à presença de bolhas de ar	Pouco: Esponja de banho Muito: Bolo comercial sabor laranja (Pullman)
Tamanho das bolhas na massa	Tamanho das cavidades formadas pelas bolhas de ar	Pequeno: Bolo comercial sabor laranja (Pullman) Grande: Esponja de banho
<b>AROMA</b>		
Aroma de laranja	Aroma característico de laranja	Nenhum: Água filtrada Forte: Suco de laranja (Dell Valle)
<b>SABOR</b>		
Sabor de laranja	Sabor característico de laranja	Fraco: Suco de laranja 100 mL diluído em água filtrada 200 ml (Dell Valle) Forte: Suco de laranja puro (Dell Valle)
Gosto doce	Sabor adocicado	Fraco: Miolo de pão de forma (Pullman) Forte: Doce de leite em pedaço
<b>TEXTURA</b>		
Maciez	Força mínima necessária para comprimir a amostra entre os dentes	Pouco: Miolo de pão de forma (Pullman) Muito: Bolo comercial sabor laranja (Pullman)
Umidade	Sensação provocada pela quantidade de água presente no bolo	Pouco: Biscoito de Leite (Marilan) Muito: 1 fatia de bolo comercial sabor laranja (Pullman - 40g) umedecida com 10mL de leite
Fragilidade	Facilidade de se partir uma fatia do bolo com os dedos e do mesmo se dissolver na boca	Pouco: Bolo comercial sabor laranja (Pullman) Muito: Miolo de pão de forma (Pullman)
Pegajoso	Força necessária para superar a tração entre o alimento e o palato	Pouco: Miolo de pão de forma (Pullman) Muito: Sequilho

### **5.2.3 Treinamento e seleção dos provadores**

Após o período de treinamento que variou entre 5 e 7 sessões, dependendo da necessidade de cada provador, foi realizada a seleção dos provadores para a análise final dos produtos.

A tabela 6 apresenta os valores de  $p$  de discriminação de amostra e repetibilidade de resultados para cada atributo e provador. Já a Tabela 7 e 8 apresentam os valores de  $p$  para as interações amostra x provador.

**Tabela 6:** Valores de p de  $F_{amostra}$  e p de  $F_{repetição}$  (entre parênteses) para cada provador em cada atributo julgado no teste de seleção da equipe sensorial.

ATRIBUTO	PROVADOR									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Cor marrom da casca	0,189 (0,288)	0,004 (0,814)	<b>0,902</b> (0,312)	0,080 (0,782)	0,000 (0,577)	0,001 (0,819)	0,012 (0,269)	0,006 (0,339)	0,166 (0,461)	0,136 (0,181)
Cor bege da massa	0,128 (0,498)	0,015 (0,924)	0,470 (0,567)	0,044 (0,171)	0,125 (0,379)	0,212 (0,931)	0,115 (0,289)	0,238 (0,513)	0,065 (0,096)	<b>0,984</b> (0,132)
Brilho da casca	<b>0,577</b> (0,577)	0,040 (0,250)	<b>0,914</b> (0,160)	0,002 (0,001)	0,000 (0,172)	<b>0,742</b> (0,853)	<b>0,783</b> (0,450)	0,267 (0,913)	<b>0,681</b> (0,874)	<b>0,992</b> (0,508)
Uniformidade da casca	0,000 (0,592)	<b>0,977</b> (0,563)	<b>0,989</b> (0,909)	0,000 (0,531)	0,009 (0,742)	0,004 (0,473)	<b>0,786</b> (0,303)	0,028 (0,596)	0,044 (0,302)	0,048 (0,033)
Tamanho das bolhas na massa	0,001 (0,481)	0,000 (0,460)	<b>0,842</b> (0,757)	0,404 (0,415)	0,246 (0,616)	<b>0,646</b> (0,388)	<b>0,707</b> (0,162)	0,211 (0,984)	0,371 (0,474)	0,268 (0,210)
Aroma de laranja	0,275 (0,133)	<b>0,512</b> (0,608)	<b>0,832</b> (0,298)	0,078 (0,456)	0,493 (0,427)	0,130 (0,662)	0,302 (0,881)	0,010 (0,830)	0,453 (0,453)	<b>0,547</b> (0,106)
Sabor de laranja	0,334 (0,009)	0,284 (0,284)	<b>0,978</b> (0,117)	0,062 (0,411)	0,357 (0,815)	0,106 (0,596)	0,136 (0,540)	0,000 (0,238)	<b>0,693</b> (0,693)	0,001 (0,005)
Gosto doce	0,004 (0,087)	0,008 (0,229)	0,109 (0,080)	0,152 (0,886)	<b>0,740</b> (0,279)	0,344 (0,207)	<b>0,694</b> (0,774)	0,015 (0,745)	<b>0,986</b> (0,419)	0,493 (0,559)
Maciez	0,021 (0,123)	0,027 (0,800)	<b>0,692</b> (0,425)	0,002 (0,514)	0,185 (0,085)	<b>0,626</b> (0,655)	0,459 (0,441)	0,002 (0,986)	0,060 (0,184)	0,477 (0,227)
Umidade	0,062 (0,157)	0,000 (0,652)	0,345 (0,145)	<b>0,635</b> (0,800)	<b>0,657</b> (0,279)	<b>0,691</b> (0,333)	<b>0,677</b> (0,370)	0,000 (0,381)	<b>0,858</b> (0,901)	<b>0,525</b> (0,027)
Fragilidade	0,001 (0,277)	0,022 (0,956)	0,042 (0,105)	0,022 (0,809)	0,016 (0,575)	0,414 (0,612)	0,176 (0,510)	0,197 (0,539)	<b>0,718</b> (0,918)	<b>0,896</b> (0,436)
Pegajoso	<b>0,582</b> (0,084)	0,000 (0,108)	0,418 (0,121)	0,005 (0,816)	0,070 (0,978)	0,494 (0,997)	0,143 (0,181)	0,000 (0,542)	0,164 (0,444)	0,110 (0,233)
D	2	2	7	1	2	4	5	0	5	5
R	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
T	3	2	7	2	2	4	5	0	5	8

D = número de vezes em que o provador não discriminou as amostras no nível de significância desejado ( $p \leq 0,50$ ).R = número de vezes em que o provador não apresentou repetibilidade no nível de significância desejado ( $p \geq 0,05$ ).

Conforme apresentado na Tabela 6, de uma maneira geral, a maioria dos provadores apresentou poder discriminativo para todos os descritores julgados. O provador 3 não conseguiu discriminar as amostras no nível de significância desejado ( $p \leq 0,50$ ) em 7 dos 12 atributos e por isso foi eliminado do painel sensorial. Já os provadores 7, 9 e 10 não conseguiram discriminar as amostras no nível de significância desejado por 5 vezes, porém dois dos atributos que não foram discriminados pelos provadores 7 e 10, também não foram discriminados pela maioria dos provadores, sendo um resultado aceitável por ser menos de 50% dos atributos não descritos. O provador 10 também foi eliminado do painel sensorial pelo fato de que, além de não conseguir discriminar as amostras em 5 atributos, ainda não conseguiu nível de repetibilidade em 3 atributos.

**Tabela 7:** Valor de p de interação amostra x provador.

Atributo	Valor p (interação)
Cor marrom da casca	0,000
Cor bege da massa	0,028
Brilho da casca	0,000
Uniformidade da casca	0,000
Tamanho das bolhas na massa	<b>0,377</b>
Aroma de laranja	<b>0,086</b>
Sabor de laranja	0,001
Gosto Doce	0,000
Maciez	0,000
Umidade	0,000
Fragilidade	0,000
Pegajoso	0,000

Os resultados da ANOVA revelaram interações significativas entre amostra e provador ( $p \leq 0,05$ ) em todos os atributos, com exceção do “tamanho das bolhas” e “aroma de laranja”, apesar do rigoroso processo de seleção e treinamento imposto à equipe sensorial (Tabela 7). Após a eliminação dos provadores 3 e 10 foi realizada novamente a ANOVA dos resultados, conforme demonstrado na tabela 8.

Nos resultados da ANOVA com 8 provadores, foi possível observar que o p de interação para o atributo aroma de laranja caiu para 0,047, mas está bem próximo de 0,05, portanto a retirada dos 2 provadores não influenciou nos valores de p de interação amostra x provador para os atributos (Tabela 8).

**Tabela 8:** Valor de p de interação amostra x provador após eliminação.

Atributo	Valor p (interação)
Cor marrom da casca	0,001
Cor bege da massa	0,006
Brilho da casca	0,000
Uniformidade da casca	0,000
Tamanho das bolhas na massa	<b>0,443</b>
Aroma de laranja	<b>0,047</b>
Sabor de laranja	0,000
Gosto Doce	0,000
Maciez	0,000
Umidade	0,000
Fragilidade	0,000
Pegajoso	0,000

Após a eliminação, a equipe sensorial descritiva ficou resumida a oito provadores para a realização dos testes sensoriais dos bolos de laranja, sendo sete indivíduos do sexo feminino e um do sexo masculino.

#### 5.2.4 Avaliação sensorial das amostras pela equipe descritiva

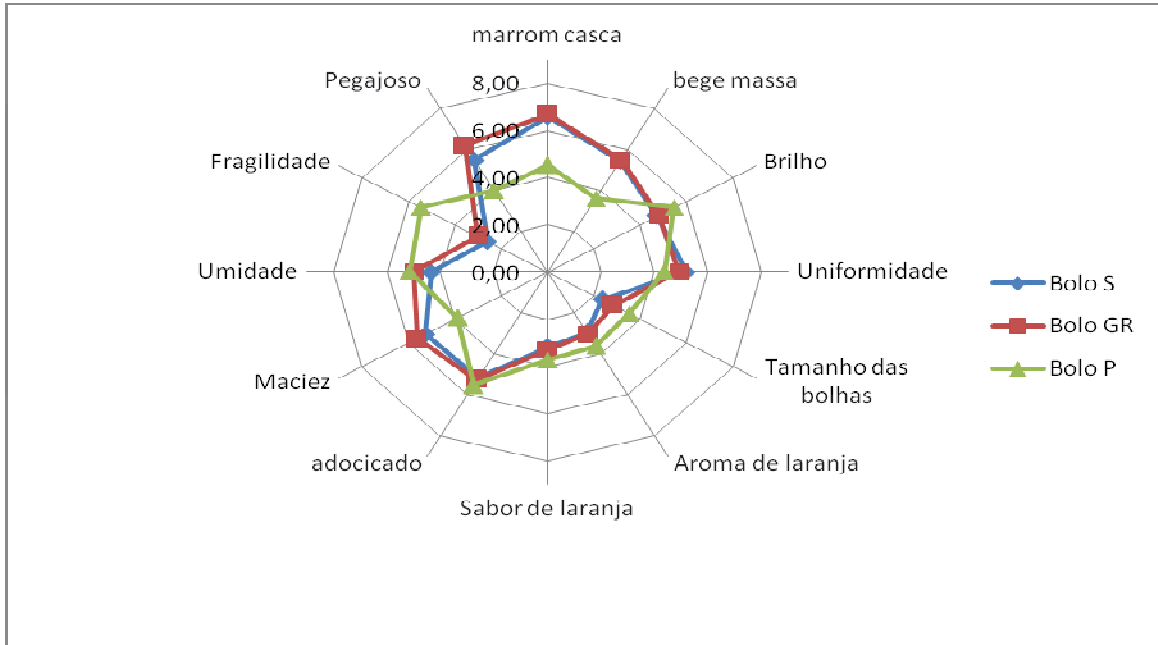
A Figura 10 mostra os três bolos e na Tabela 9 são apresentadas as médias da avaliação sensorial final. É possível observar que não houve médias próximas das extremidades (0 e 9), sendo que a menor média foi para a amostra S (2,37) no atributo tamanho das bolhas da massa e a maior média ocorreu para a amostra GR (6,67) no atributo cor marrom da casca.



**Figura 10:** Bolos de laranja padrão (P), contendo inulina (GR) e oligofrutose/inulina (S).

O perfil sensorial dos bolos é apresentado na Figura 11.

Os bolos GR e S foram caracterizados pela cor marrom da casca, cor bege da massa, e por serem menos macios, menos frágeis e mais pegajosos do que o bolo padrão. Apesar disso, o perfil sensorial dos três bolos é semelhante de uma forma geral, o que é um resultado satisfatório, pois viabiliza a comercialização de bolos de laranja com alegação de prebióticos.



**Figura 11:** Representação gráfica dos resultados da Análise Descritiva Quantitativa para os bolos de laranja padrão (P), contendo inulina (GR) e oligofrutose/inulina (S).

**Tabela 9:** Médias (desvio padrão) por amostra e atributo de bolos de laranja padrão (P), contendo, inulina (GR) e oligofrutose/inulina (S).

	Bolo padrão	Bolo S	Bolo GR
Cor marrom da casca	4,5(1,21) <sup>b</sup>	6,6 (1,40) <sup>a</sup>	6,7 (1,36) <sup>a</sup>
Cor bege da massa	3,6(1,25) <sup>b</sup>	5,4(1,72) <sup>a</sup>	5,5(1,66) <sup>a</sup>
Brilho da casca	5,5(1,57) <sup>a</sup>	4,7(1,85) <sup>a</sup>	4,8(1,88) <sup>a</sup>
Uniformidade da casca	4,4(1,76) <sup>a</sup>	5,2(2,07) <sup>a</sup>	4,9 (1,91) <sup>a</sup>
Tamanho das bolhas na massa	3,6(1,77) <sup>a</sup>	2,4(1,60) <sup>b</sup>	2,8(1,79) <sup>ab</sup>
Aroma de laranja	3,61(1,91) <sup>a</sup>	2,95(1,95) <sup>a</sup>	3,05(1,90) <sup>a</sup>
Sabor de laranja	3,72(2,01) <sup>a</sup>	3,18(1,96) <sup>a</sup>	3,29(1,87) <sup>a</sup>
Gosto doce	5,54(1,26) <sup>a</sup>	5,19(2,03) <sup>a</sup>	5,28(1,88) <sup>a</sup>
Maciez	3,88(2,33) <sup>b</sup>	5,26(2,23) <sup>a</sup>	5,63(1,99) <sup>a</sup>
Umidade	5,15(1,67) <sup>a</sup>	4,35(1,48) <sup>a</sup>	4,99(1,49) <sup>a</sup>
Fragilidade	5,45(1,50) <sup>a</sup>	2,58(1,45) <sup>b</sup>	3,01(1,97) <sup>b</sup>
Pegajoso	3,99(1,93) <sup>b</sup>	5,47(1,61) <sup>a</sup>	6,20(1,26) <sup>a</sup>

Letras diferentes na mesma linha indicam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Os bolos contendo frutanos não diferiram entre si em nenhum atributo, mostrando que o perfil sensorial dos bolos não foi afetado pelo tipo de frutano adicionado

Os três bolos de laranja não diferiram estatisticamente entre si em seis dos doze atributos (brilho da casca, uniformidade da casca, aroma de laranja, sabor de laranja, gosto doce e umidade). Podendo destacar o atributo umidade, pois não houve diferença, o que comprova que o forneamento mesmo em tempos diferentes foi adequado. Era esperado que não houvesse diferença para os atributos aroma e sabor de laranja, já que a adição de frutanos não interferiria nestes atributos. Já em relação ao gosto doce, apesar dos frutanos apresentarem certa doçura, não houve

diferença estatística entre os bolos provavelmente devido à alta quantidade de açúcar refinado utilizada na formulação dos bolos.

Em relação aos atributos cor marrom da casca e cor bege da massa, a maior intensidade para os bolos com frutanos em relação ao padrão pode ter ocorrido devido à presença de frutose nas moléculas de inulina e oligofrutose, que, por ser um açúcar redutor, pode ter favorecido a reação de Maillard (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010).

Para o atributo tamanho das bolhas na massa, o bolo GR apresentou intensidade semelhante aos outros dois bolos, porém o bolo P apresentou maiores bolhas na massa do que o bolo S.

Os bolos com frutanos apresentaram maiores intensidades de maciez e pegajoso e menor intensidade de fragilidade em relação ao bolo padrão. Levando-se em consideração a definição para maciez apresentada na Tabela 8, uma maior intensidade para esse atributo indica uma maior força para comprimir a amostra entre os dentes. Portanto, os bolos com frutanos são mais duros, menos frágeis e mais pegajosos do que o padrão.

A diferença entre estes atributos de textura para as amostras adicionadas de frutanos e a amostra padrão pode ter ocorrido pelo fato dos frutanos serem fibras do tipo solúveis, resultando na adsorção de água pela fibra e causando tal adesividade. Há uma tendência na substituição de gordura por inulina ou a adição dela em produtos, e foi notada uma maior firmeza do miolo de produtos de panificação também observado por outros autores (KALINGA, MISHRA, 2009).

A análise de componente principais (ACP) dos dados resultantes da ADQ é apresentada na Figura 12.

A primeira e a segunda componentes principais explicaram, respectivamente, 69,51 e 10,69% da variação observada, ou seja, mais de 80%. Isto indica que os provadores conseguiram discriminar satisfatoriamente as amostras analisadas em função dos termos descritores.

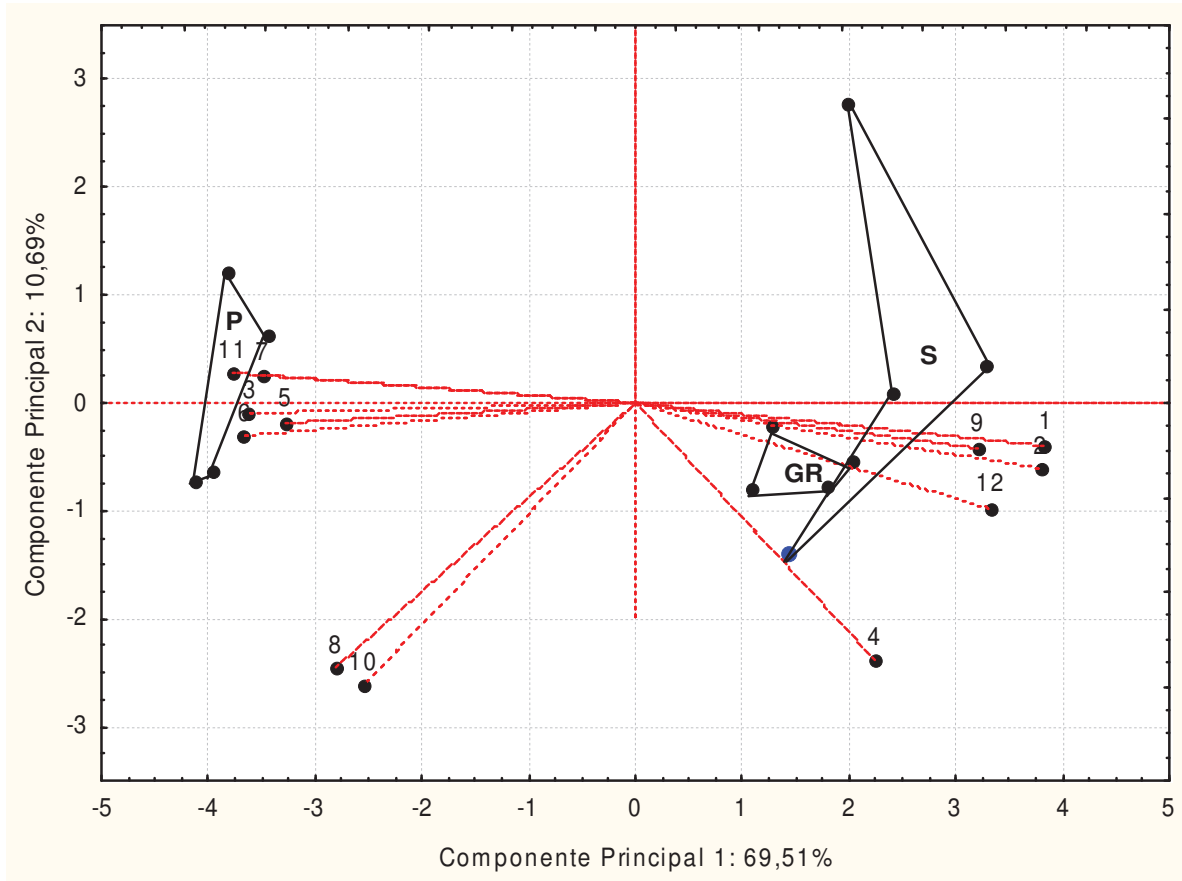
A distribuição espacial das amostras na forma de quadriláteros indica a similaridade ou dissimilaridade entre as quatro replicatas da análise, sendo que quanto mais próximos os vértices do quadrilátero, maior a repetibilidade dos provadores. Já a distância entre as amostras no espaço indica se as mesmas são semelhantes ou distintas quanto ao perfil sensorial. Os bolos GR e S apresentam

características sensoriais bastante semelhantes entre si, mas diferentes do bolo padrão.

Quanto maior o vetor relativo ao atributo sensorial, mais importante é sua contribuição para a discriminação das amostras. Além disso, atributos e amostras em lados opostos de uma mesma componente principal podem indicar correlação negativa, não sendo a amostra caracterizada por este atributo.

Os atributos marrom da casca, bege da massa, maciez e pegajoso tiveram grande contribuição na discriminação dos bolos GR e S em relação ao bolo P, enquanto este apresentou maiores intensidades de brilho, tamanho das bolhas na massa, aroma e sabor de laranja e fragilidade, conforme observado na Figura 12. Já os atributos uniformidade da casca, gosto doce e umidade não contribuíram para discriminar as amostras.

As análises instrumentais de cor e textura não mostraram diferenças entre as amostras, porém os provadores perceberam diferenças, o que mostra que eles foram bem treinados e que suas percepções sensoriais estavam apuradas para a avaliação do produto.



**Figura 12:** Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de bolo de laranja. Cada vértice do quadrilátero corresponde a uma repetição das análises dos bolos. As letras maiúsculas no interior de cada quadrilátero correspondem aos bolos padrão (P), com inulina (GR) e com oligofrutose/inulina (S).

Legenda: (1) Cor marrom da casca; (2) Cor bege da massa; (3) Brilho; (4) Uniformidade da casca; (5) Tamanho das bolhas da massa; (6) Aroma de laranja; (7) Sabor de laranja; (8) Gosto doce; (9) Maciez; (10) Umidade; (11) Fragilidade; (12) Pegajoso.

A tabela 10 mostra as variáveis de correlação entre atributos da ADQ para os bolos P, GR e S, respectivamente.

**Tabela 10:** Variáveis de correlação entre atributos da ADQ para os bolos padrão, GR e S.

<b>Bolo</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação de Pearson</b>	<b>Valor de p</b>
Padrão	Brilho e Umidade	0,713	0,000
	Gosto doce e umidade	0,775	0,000
	Sabor de laranja e Aroma de laranja	0,961	0,000
GR	Sabor de laranja e brilho da casca	0,735	0,000
	Adocicado e brilho	0,874	0,000
	Adocicado e umidade	0,753	0,000
S	Adocicado e brilho	0,852	0,000
	Tamanho das bolhas na massa e fragilidade	0,7906	0,000

A maioria das correlações foi aleatória. Pode-se dizer que é justificável a correlação entre tamanho das bolhas na massa e fragilidade para o bolo S, pois o maior tamanho das bolhas indica uma menor compactação da massa, o que pode resultar em maior fragilidade do bolo. Além disso, também se justifica a correlação entre sabor e aroma de laranja para o bolo P, pois o aroma influencia diretamente o sabor de alimentos.

As Tabelas 12, 13 e 14 apresentam as correlações fortes e significativas existentes entre os dados da análise instrumental e os dados da ADQ e da aceitação para os bolos P, GR e S, respectivamente.

**Tabela 12:** Correlações entre análise instrumental, ADQ e aceitação para o bolo P.

Variáveis	Coefficiente de correlação de Pearson	Valor de p
<i>Instrumental x instrumental</i>		
a* e H (miolo)	1,000	0,003
a* e H (casca)	0,998	0,041
Mastigabilidade e Dureza	0,787	0,012
<i>Instrumental x ADQ</i>		
Umidade e Mastigabilidade	0,729	0,026
Fragilidade e Coesividade	0,777	0,014
Pegajoso e Mastigabilidade	0,807	0,009
<i>Instrumental x aceitação</i>		
Elasticidade e Avaliação Global	0,723	0,028
H (casca) e Avaliação Global	0,997	0,049

Para o bolo P foi possível observar que as correlações entre instrumental e aceitação ocorreram apenas para a avaliação global da aceitação. Já para as correlações entre instrumental e ADQ, as correlações mais relevantes ocorreram para os atributos relacionados à textura, como por exemplo, entre os atributos pegajoso e mastigabilidade, pois quanto mais pegajoso, mais vezes o provador precisa mastigar o alimento para ele ser deglutido.

**Tabela 13:** Correlações entre análise instrumental, ADQ e aceitação para o bolo GR.

Variáveis	Coefficiente de correlação de Pearson	Valor de p
<i>Instrumental x instrumental</i>		
Mastigabilidade e Dureza	0,829	0,003
b* e L* (miolo)	0,998	0,045
<i>Instrumental x ADQ</i>		
a* (miolo) e cor bege da massa	0,999	0,027
H e cor marrom da casca	1,000	0,012
<i>Instrumental x aceitação</i>		
Dureza e Avaliação Global	0,717	0,020

Para o bolo GR, ocorreram várias correlações positivas entre os atributos, mas em destaque a correlação entre os atributos H e marrom da casca, pois fica comprovado que quando se aumenta a intensidade de H aumenta a cor marrom da casca.

**Tabela 14:** Correlações entre análise instrumental, ADQ e aceitação para o bolo S.

Variáveis	Coefficiente de correlação de Pearson	Valor de p
<i>Instrumental x instrumental</i>		
a* e H (miolo)	1,000	0,013
a* e L (casca)	0,999	0,032
b e a* (casca)	0,998	0,040
H e L* (casca)	0,997	0,048
H e a* (casca)	1,000	0,016
H e b* (casca)	0,999	0,024
Coesividade e elasticidade	0,709	0,022
Mastigabilidade e coesividade	0,931	0,000
<i>Instrumental x ADQ</i>		
L* (casca) e Brilho da casca	1,000	0,008
a* (casca) e Brilho da casca	0,998	0,040

Para o bolo S os atributos foram em maior número relacionados à cor. Nas correlações entre instrumental e ADQ se destacou as correlações entre os atributos brilho da casca e L\* (luminosidade), pois quanto mais intensa a luminosidade maior será o brilho da casca. Já para as correlações entre instrumental e aceitação, não necessitam destaque, pois as mesmas ocorrem de forma aleatória.

Outras correlações também deram positivas e significativas, mas foram aleatórias, e, portanto, não há como correlacioná-las de uma forma prática.

### 5.3 Aceitação sensorial

Participaram da análise de aceitação sensorial 78 provadores não treinados, sendo 21 do sexo masculino e 57 do sexo feminino, provadores entre 17 e 60 anos, onde 69% desses provadores relataram consumir bolo diariamente, semanalmente ou quinzenalmente sendo, portanto a maioria, pois apenas 31% relataram consumir bolo mensalmente.

Na Tabela 15 são apresentadas as médias de aceitação por atributos da análise sensorial dos bolos.

**Tabela 15:** Aceitação dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR), oligofrutose/inulina (S), e bolos comerciais 1, 2 e 3.

Atributos	Bolo P	Bolo GR	Bolo S	Bolo 1	Bolo 2	Bolo 3
Aparência	7,6 (1,01) <sup>a</sup>	6,9 (1,44) <sup>b</sup>	7,1 (1,36) <sup>ab</sup>	7,3 (1,38) <sup>ab</sup>	6,7 (1,56) <sup>b</sup>	6,9 (1,51) <sup>b</sup>
Aroma	7,2 (1,40) <sup>ab</sup>	7,1 (1,32) <sup>ab</sup>	6,8 (1,48) <sup>b</sup>	7,6 (1,32) <sup>a</sup>	7,1 (1,40) <sup>ab</sup>	7,2 (1,48) <sup>ab</sup>
Textura	7,8 (1,04) <sup>a</sup>	6,7 (1,7) <sup>bc</sup>	6,9 (1,64) <sup>bc</sup>	7,0 (1,59) <sup>ab</sup>	6,4 (1,80) <sup>bc</sup>	6,5 (1,71) <sup>c</sup>
Sabor	7,3 (1,37) <sup>a</sup>	6,9 (1,53) <sup>a</sup>	6,8 (1,57) <sup>a</sup>	7,1(1,66) <sup>a</sup>	6,9 (1,52) <sup>a</sup>	6,7 (1,83) <sup>a</sup>
Avaliação global	7,5 (1,02) <sup>a</sup>	6,9 (1,29) <sup>ab</sup>	6,9 (1,41) <sup>ab</sup>	7,2 (1,36) <sup>ab</sup>	6,8 (1,57) <sup>ab</sup>	6,8 (1,66) <sup>b</sup>

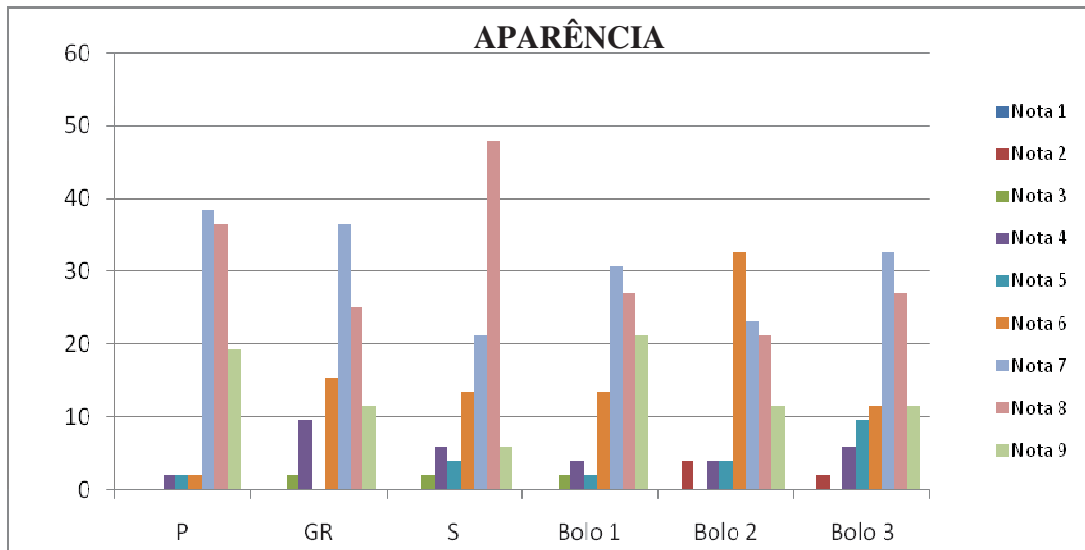
Letras diferentes na mesma linha indicam médias estatisticamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados obtidos mostraram que no atributo aparência os bolos P e S foram igualmente aceitos, assim como o bolo GR e S, porém houve diferença significativa nesse atributo entre os bolos P e GR. Para o atributo textura o bolo GR e S não apresentaram diferença estatística entre si, porém diferenciaram-se do bolo P.

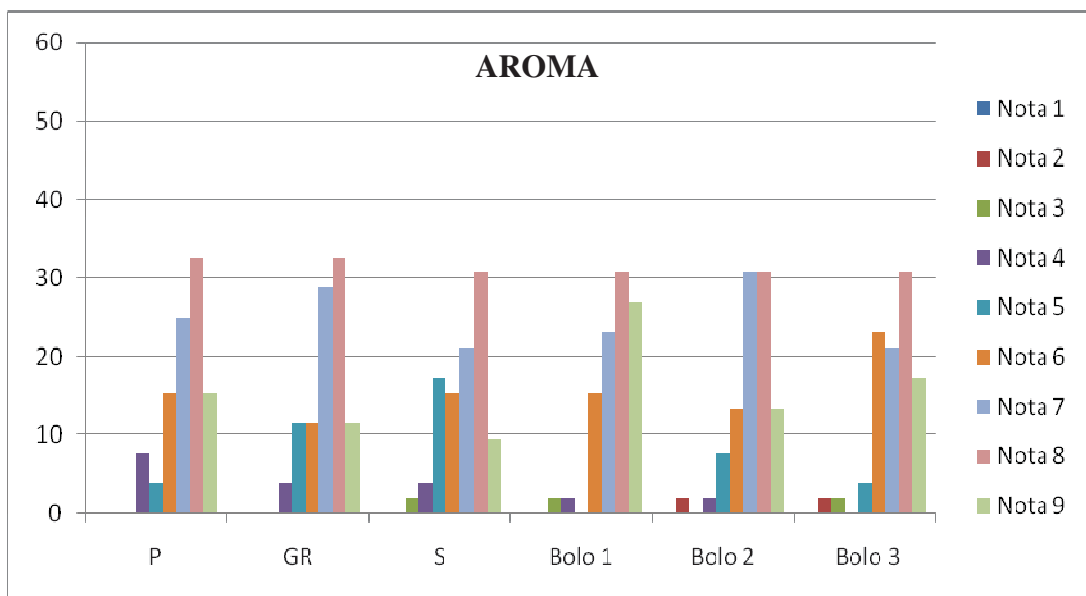
Já para o atributo aroma os três bolos desenvolvidos não apresentaram diferenças entre eles, assim como nos atributos sabor e avaliação global.

Avaliando as 6 amostras no atributo avaliação global, foi possível observar que não houve diferença para quase todos os bolos, com exceção do bolo P quando comparado ao bolo 3.

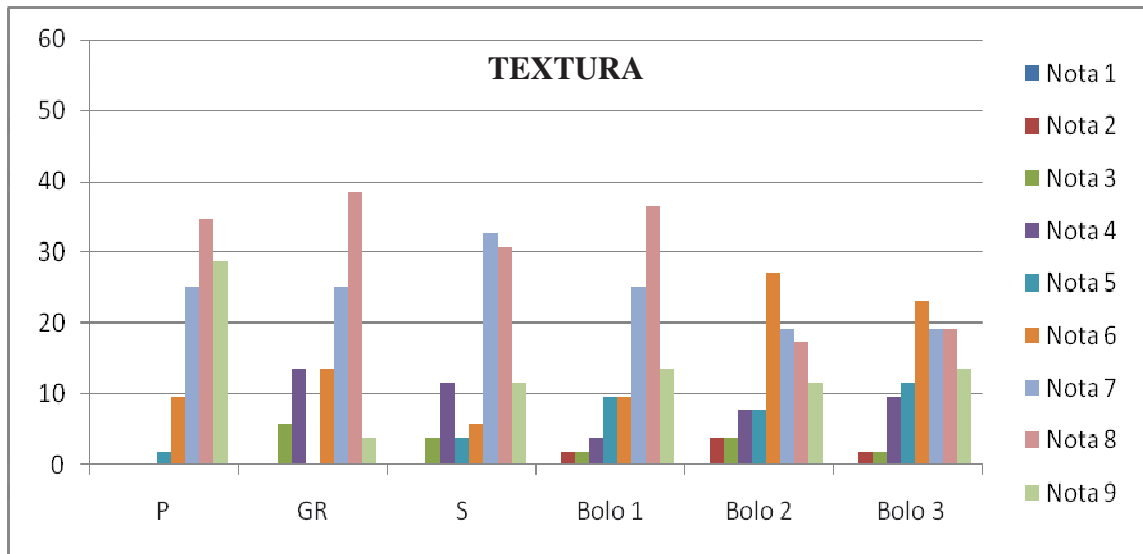
As Figuras 13 a 17 mostram a distribuição de frequência de notas para aparência, aroma, textura, sabor e avaliação global, respectivamente, e a Tabela 16 apresenta a soma das frequências de notas igual ou acima de 6.



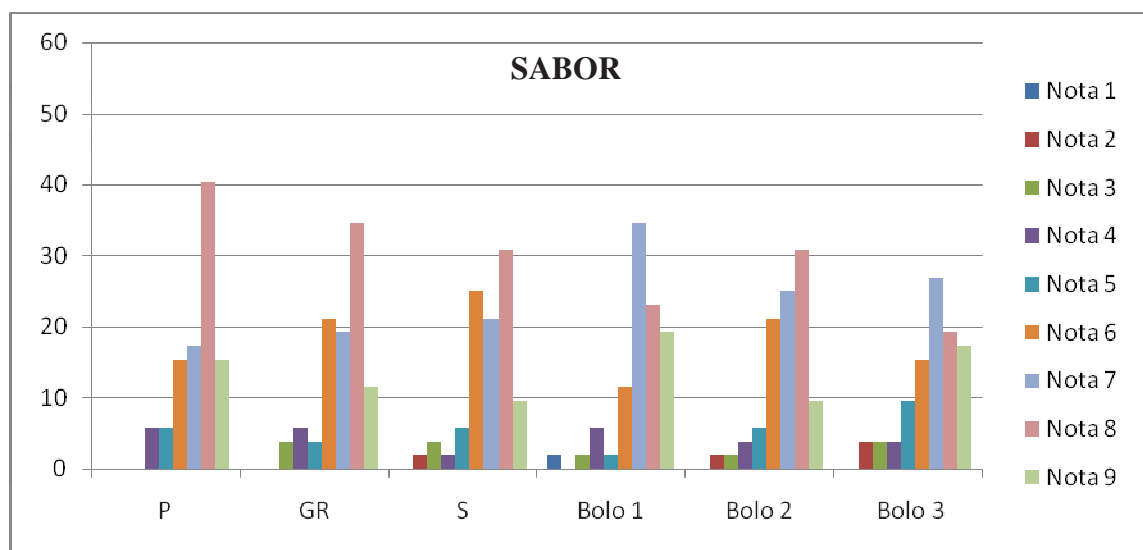
**Figura 13:** Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para a aparência dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).



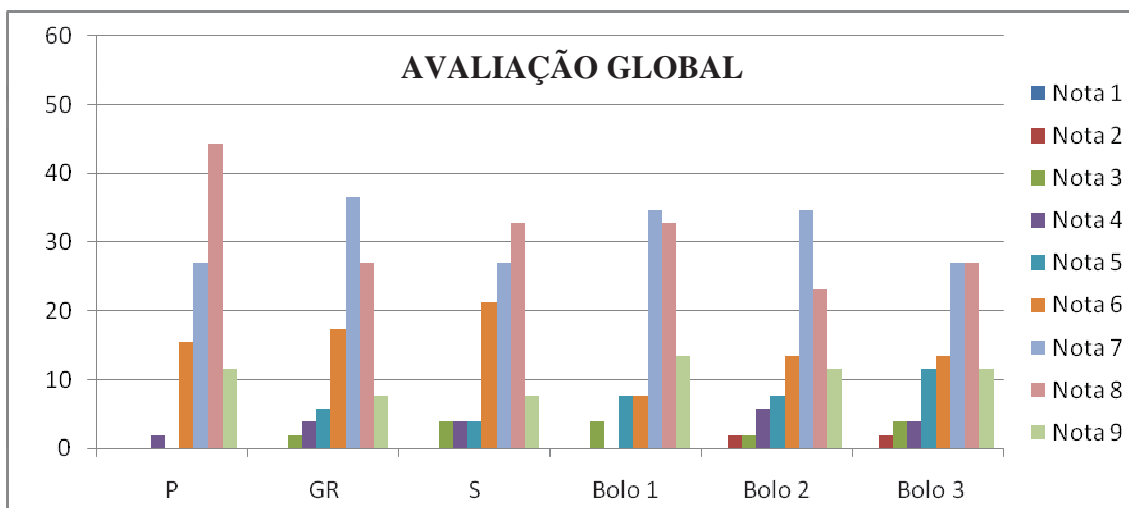
**Figura 14:** Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para o aroma dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).



**Figura 15:** Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para a textura dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).



**Figura 16:** Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para o sabor dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).



**Figura 17:** Distribuição das notas, segundo escala hedônica estruturada de nove pontos, para a avaliação global dos bolos padrão (P), contendo inulina (GR) e contendo oligofrutose/inulina (S).

**Tabela 16:** Frequencia de notas de 6 a 9 da aceitação sensorial.

ATRIBUTOS	Bolo P	Bolo GR	Bolo S	Bolo 1	Bolo 2	Bolo 3
aparência	96%	88%	88%	92%	88%	83%
aroma	88%	85%	77%	96%	88%	92%
textura	98%	81%	81%	85%	75%	75%
sabor	88%	87%	87%	88%	87%	79%
global	98%	88%	88%	88%	83%	79%

Percebe-se que todos os bolos tiveram boa aceitação. O bolo P apresentou uma aceitação sempre superior a 88% para todos os atributos, já para os bolos GR e S essa aceitação foi sempre superior a 81% e 77%, respectivamente.

Os bolos comerciais 1, 2 e 3, apresentaram aceitação superior a 85%, 75% e 75%, respectivamente.

Na avaliação geral dos atributos, a aceitação sempre foi acima de 77% para os bolos contendo frutanos e para os bolos comerciais essa aceitação foi sempre acima de 75%.

Nos comentários das fichas de avaliação da aceitação sensorial foi relatado por alguns provadores que as amostras comerciais 2 e 3, apresentavam-se mais secas. Já outros provadores relataram ter gostado mais da amostra comercial 1 e outros relataram que esta amostra tinha sabor muito artificial.

Sobre o sabor, foi comentado que a amostra 2 apresentava sabor residual de laranja. Foi também relatado pelos provadores que a amostra S apresentou o melhor

sabor em geral e que a amostra GR apresentou gosto menos doce do que as demais amostras, indicando grande quantidade de açúcar nos bolos comerciais, já que a amostra GR contém frutanos e estes apresentam sabor adocicado.

Um dos provadores relatou que a amostra comercial 1 apresentou um sabor acentuado de farinha e fermento e que a melhor foi a amostra S. Outro provador relatou que a amostra 3 (comercial) apresentou aspecto semelhante a bolos artificiais e já a amostra P apresenta sabor de bolo caseiro.

A tabela 17 mostra as variáveis de correlação entre atributos da aceitação para os bolos P, GR e S respectivamente.

**Tabela 17:** Variáveis de correlação dos atributos da aceitação para o bolo P.

<b>Bolo</b>	<b>Variáveis do bolo P</b>	<b>Coefficiente de correlação de Pearson</b>	<b>Valor de p</b>
Padrão	Sabor e Avaliação global	0,840	0,000
	Sabor e textura	0,726	0,000
GR	Textura e Avaliação Global	0,833	0,000
	Sabor e Avaliação Global	0,861	0,000
S	Aroma e Sabor	0,711	0,000
	Aroma e Avaliação Global	0,811	0,000
	Sabor e Avaliação Global	0,897	0,000

Observou-se, portanto, que o sabor foi o único atributo correlacionado com a avaliação global para todos os bolos, além de ser o que apresentou maior coeficiente de correlação para um mesmo produto.

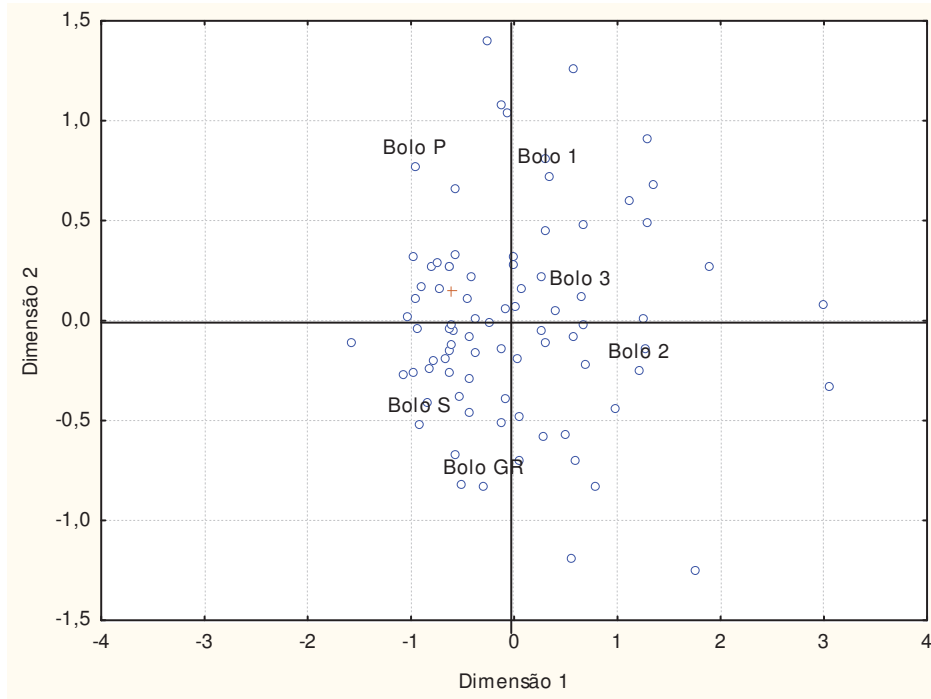
As análises de correlação entre os dados da ADQ e os resultados da aceitação sensorial, para cada produto, indicaram coeficientes de correlação de Pearson baixos, indicando correlação fraca entre as análises descritiva e afetiva.

As Figuras 18, 20, 22, 24 e 26 apresentam os mapas de preferência interno para a aparência, aroma, textura, sabor e avaliação global, respectivamente, obtidos através da análise de escala multidimensional.

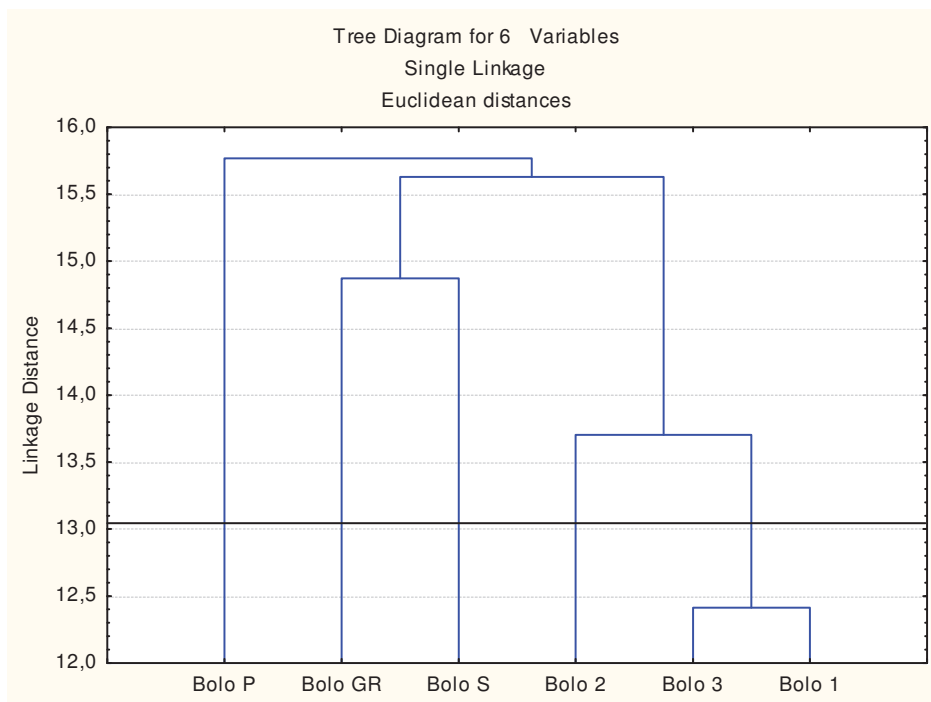
A escala multidimensional apresenta, nestes casos, a dispersão espacial dos provadores em relação às suas preferências pelos bolos avaliados. Cada provador é representado como um ponto no espaço, sendo que indivíduos com preferências similares para o atributo em questão ficam próximos. Além disso, a quantidade de provadores ao redor de uma amostra indica o quanto esta é preferida em relação às demais.

Como explicado no item 4.2.2 (Teste de aceitação), anteriormente à análise de escala multidimensional, é necessário realizar a análise de agrupamento. Esta análise gera uma matriz baseada na distância euclidiana entre os dados e, a partir desta, é rodada a escala multidimensional. A análise de agrupamento se for o caso, apresenta as amostras avaliadas em grupos, ou seja, se as amostras podem ser agrupadas em função da preferência dos provadores.

É possível observar na Figura 18 que a distribuição dos provadores em relação à preferência pelas amostras está bastante dispersa, o que mostra que não há uma concentração de provadores ao redor de cada amostra. Nota-se que há 4 grupos de amostras: bolo P, bolos 1 e 3, bolo 2 e bolos GR e S, ou seja, um grupo de provadores preferiu a amostra P, outro as amostras 1 e 3, outro a amostra 2 e outro ainda preferiu as amostras GR e S. Apesar da dispersão dos provadores, há uma maior quantidade de provadores próximos aos bolos GR e S, indicando uma preferência pela aparência dessas amostras. Foi possível observar também que alguns provadores não preferiram nenhuma das amostras, o que é demonstrado pelos pontos afastados de todas as amostras.



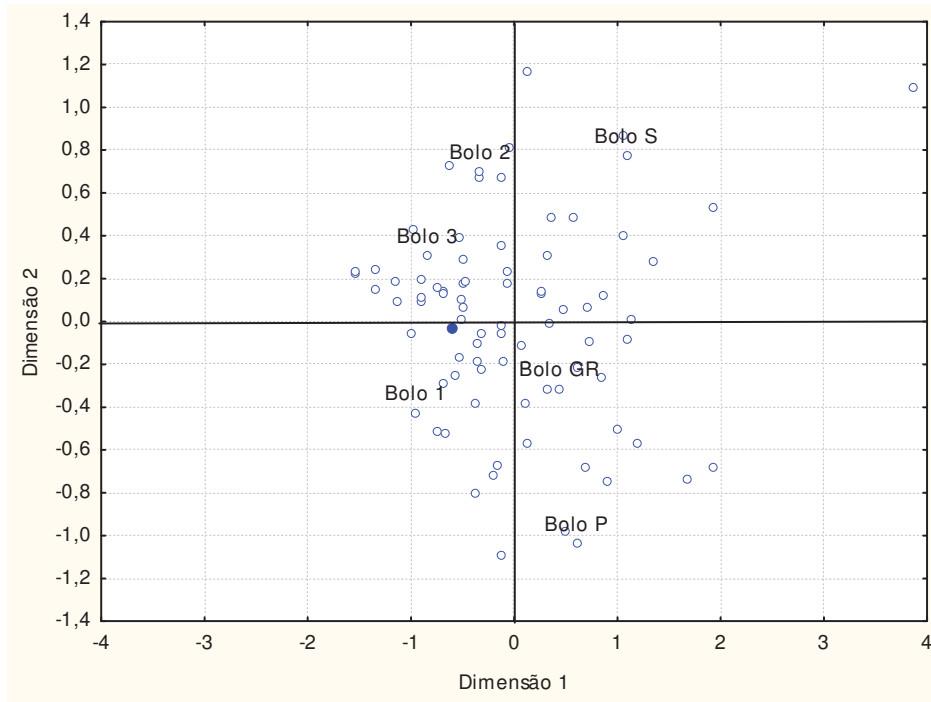
**Figura 18:** Mapa de preferência interno para o atributo aparência: amostras e provadores



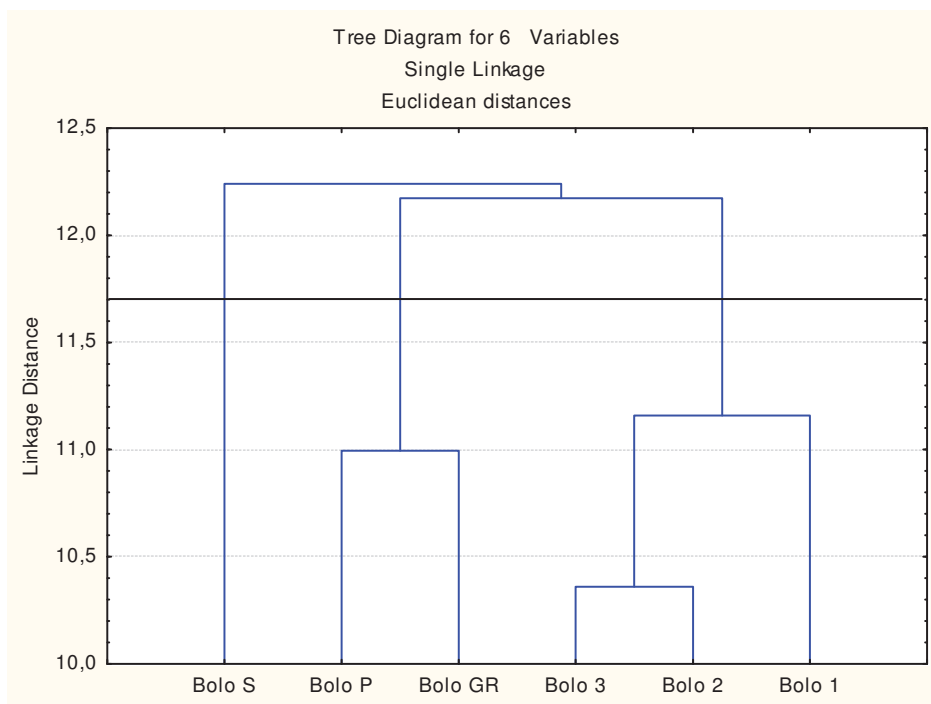
**Figura 19:** Dendrograma do atributo aparência.

Em relação ao aroma (Figura 20) foi possível observar que houve uma mudança em relação à preferência pela aparência, sendo que o bolo GR foi agrupado ao bolo P, ficando o bolo S isolado, e o bolo 3 foi agrupado ao bolo 2,

deixando o bolo 1 em outro grupo. Ao contrário da aparência, há uma maior quantidade de provadores ao redor dos bolos comerciais, indicando a preferência pelo aroma dessas amostras, o que coincide com os dados apresentados na Tabela 12.

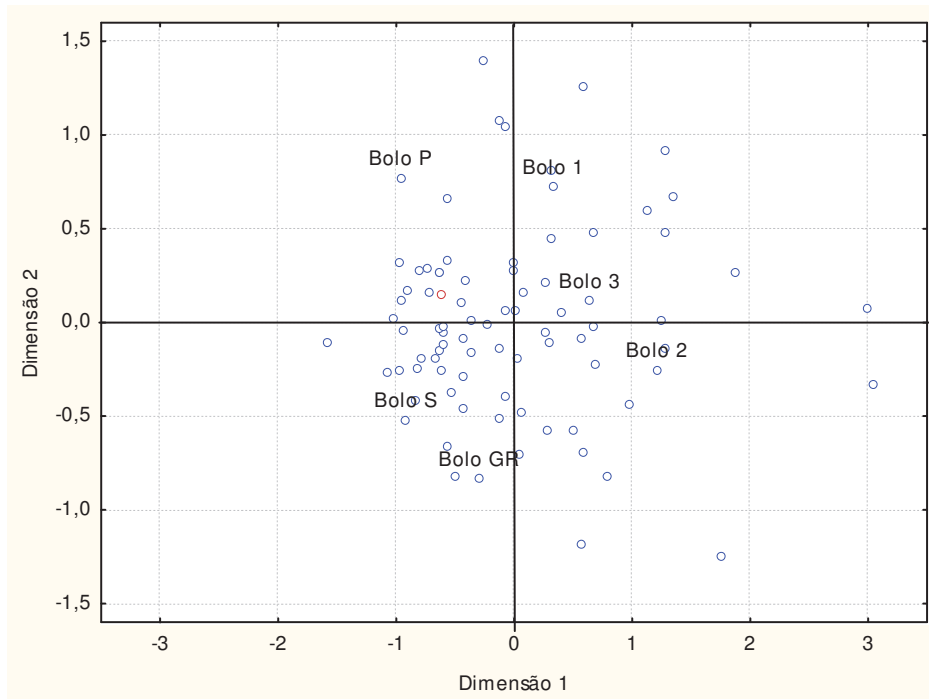


**Figura 20:** Mapa de preferência interno para o atributo aroma: amostras e provadores.

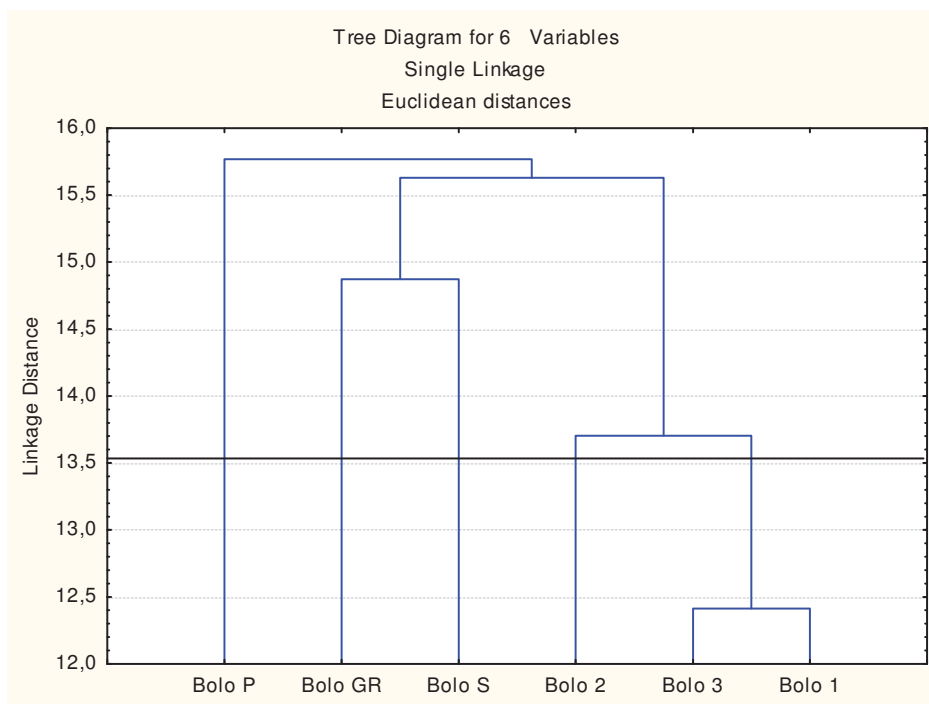


**Figura 21:** Dendrograma do atributo aparência.

Para o atributo textura (Figura 22), foi possível observar os mesmos grupos de bolos obtidos para o atributo aparência, além da representação semelhante no espaço: bolo P, bolos 1 e 3, bolo 2, bolos GR e S. Há uma maior quantidade de provadores próximos às amostras GR e S, indicando a preferência por estes bolos.

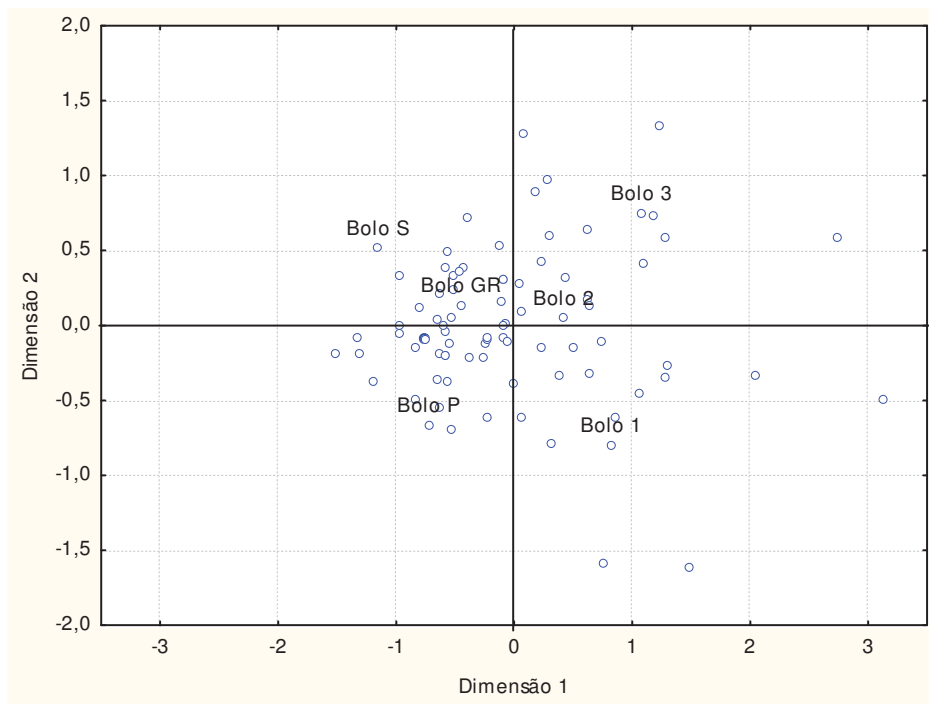


**Figura 22:** Mapa de preferência interno para o atributo textura: amostras e provadores.

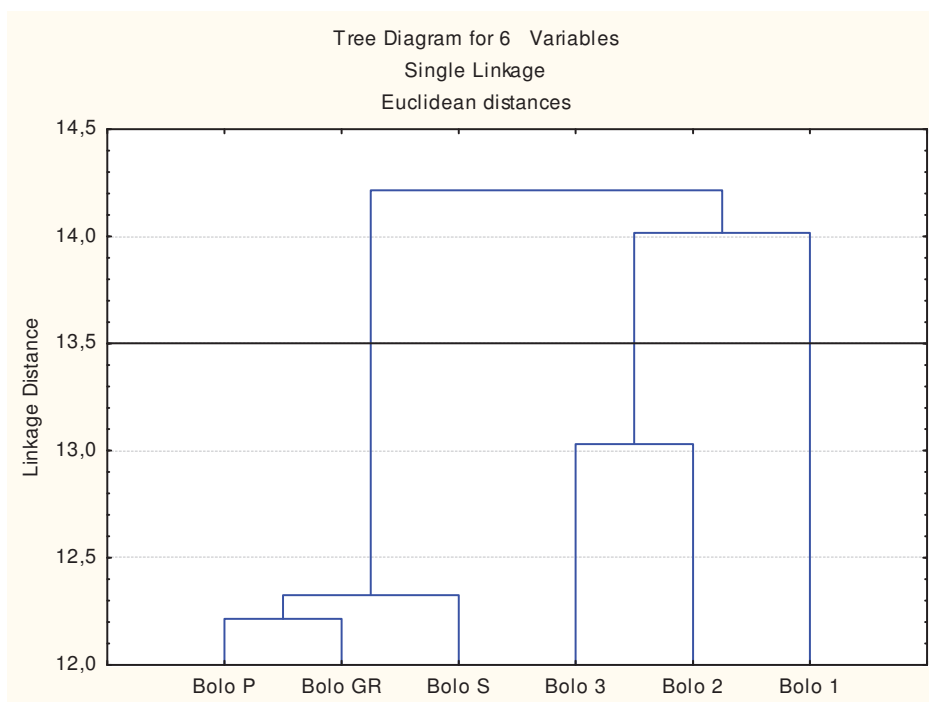


**Figura 23:** Dendrograma do atributo textura.

Para o atributo sabor (Figura 24), foi possível observar que também se formaram 4 grupos, sendo que um grupo preferiu o sabor do bolo 1, outro os bolos 2 e 3, outro grupo preferiu o bolo P e, por último, um quarto grupo preferiu os bolos S e GR, sendo que a maior concentração de provadores ocorreu nos grupos dos bolos P e dos contendo frutanos.

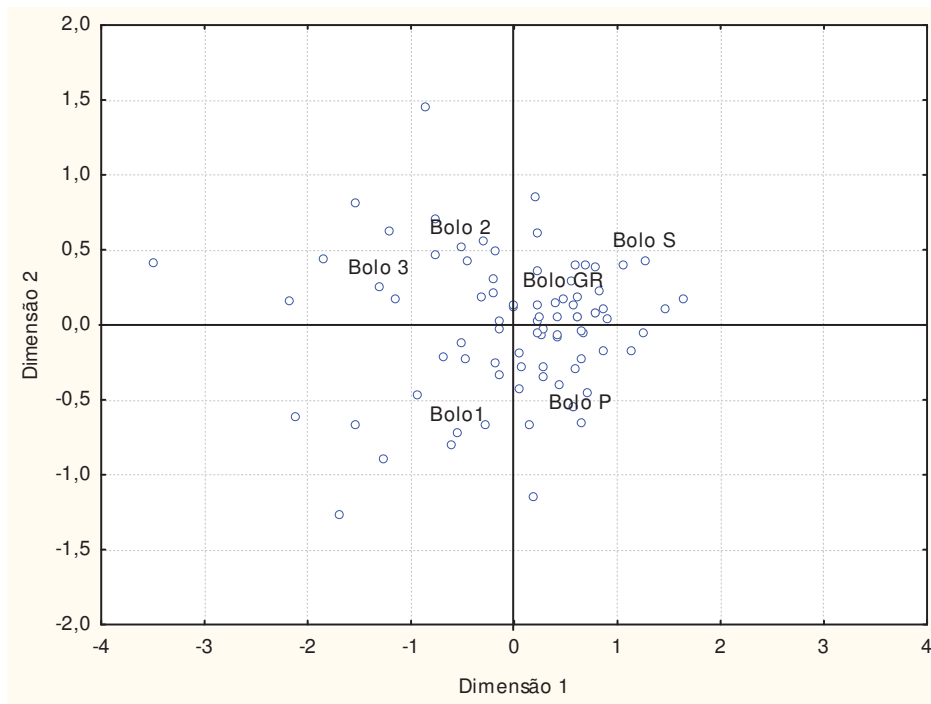


**Figura 24:** Mapa de preferência interno para o atributo sabor: amostras e provadores.

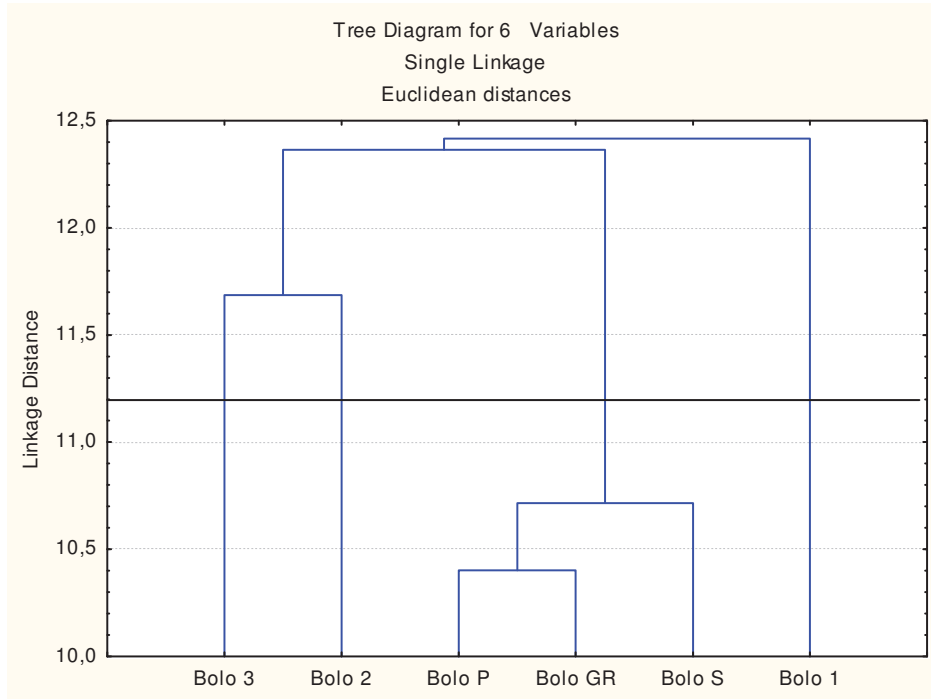


**Figura 25:** Dendograma do atributo sabor.

Em relação à avaliação global (Figura 26), nota-se novamente a formação de 4 grupos de amostras, sendo que os bolos P, GR e S apresentaram maior preferência dos provadores. Além disso, pode-se ainda mencionar que o bolo GR foi preferido em relação às outras duas amostras, já que há uma maior aproximação de provadores ao seu redor.



**Figura 26:** Mapa de preferência interno para o atributo avaliação global: amostras e provadores.



**Figura 27:** Dendrograma do atributo avaliação global.

Finalmente, houve preferência dos provadores pela aparência, textura e sabor dos bolos padrão e dos adicionados de inulina e de oligofrutose/inulina, com exceção apenas do aroma, além da preferência de uma forma global

## 6. CONCLUSÃO

As principais alterações no perfil sensorial encontradas entre as amostras contendo frutanos e a amostra padrão foram nos atributos relacionados à textura e cor, pois a textura é modificada devido a presença das fibras e a cor também é alterada devido a reação de Maillard, porém essas alterações de textura e cor ocorreram independente do tipo de frutano adicionado.

Na avaliação realizada pela escala multidimensional foi possível concluir que na maioria dos atributos os bolos GR e S foram preferidos pelo mesmo grupo, ficando em grupos separados do bolo P e dos bolos comerciais, onde foi demonstrada uma aceitação pelos bolos com frutanos (independente do tipo de frutano) e pelo bolo P tão boa quanto pelos bolos comerciais.

Os bolos contendo frutanos foram bem aceitos em relação a todos os atributos de uma forma geral, sendo que sua aceitação foi na maioria dos atributos tão aceito quanto os bolos comerciais.

Em relação às correlações, para o bolo P as mais relevantes, aquelas que não são aleatórias, foram relacionadas à textura da análise instrumental e a ADQ e para os bolos S e GR foram relacionadas à cor da análise instrumental e a ADQ, sendo que a grande maioria das demais correlações ocorreu aleatoriamente.

É possível concluir que podemos ter no mercado um bolo com alegação de prebiótico, ou seja, com benefícios à saúde humana, com pequenas mudanças no perfil sensorial, mas com aceitação e preferência sensorial superior aos produtos comerciais e convencionais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia cardiovascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ARRABI, P. R. Alimentos Funcionais: Aspectos gerais. **Nutrire**, São Paulo, v. 1, p. 87-102, 2001.

BENEO-ORAFI. **Inulin**. Disponível em: <<http://www.orafiti.com/Our-Products/Inulin>>. Acesso em 10 jul. 2011a.

BENEO-ORAFI. **Oligofructose**. Disponível em: <<http://www.orafiti.com/Our-Products/Oligo-fructose>>. Acesso em 10 jul. 2011b.

BORGES, C. V. Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos. In: WEITZBERG, D. L. (org). *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica*. 3ª ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

BORNET, F. R. J. Non digestible sugars in food products. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 59, p. 7635–7695, 1994.

BOSSCHER, D.; VAN LOO, J.; FRANK, A. Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. **International Dairy Journal**, Barking, v. 16, n. 2, p. 1092-1097, 2006.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Aprova o **Regulamento Técnico para Produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999. Aprova o **Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos**. Brasília, 1999.

BRASIL. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 26 de dezembro de 2003. Aprova o **Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional**. Brasília, 2003.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA. In \_\_\_\_\_. *Análise do mercado de pães, 2002/2003*. Disponível em: <http://www.abip.org.br>. Acesso em: 1 jun. 2011.

CAPITO, S. M. P.; FILISETTI, T. M. C. C. Inulina: um ingrediente alimentar promissor. **Caderno de Nutrição**, São Paulo, n. 18, p. 1-11, 1999.

- CARABIN, I. G.; FLAMM, W. G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Duluth, v. 30, p. 268-82, 1999.
- CONTI-SILVA, A. C.; SILVA, M. E. M. P.; ARÊAS, J. A. G. Sensory acceptability of raw and extruded bovine rumen protein in processed meat products. **Meat Science**, Barking, v. 88, p. 652-656, 2011.
- COSTA, N. M. B.; BORÉM, A. Biotecnologia e nutrição: saiba como o DNA pode enriquecer os alimentos. São Paulo: Nobel, 2003.
- DAMASIO, M. H.; COSTELL, E. Analisis sensorial descriptivo: generati6n de descriptores y selecci6n de catadores. **Revista de Agroquímica e Tecnologia Alimentos**, Valência, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de alimentos de Fennema. 4ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DAVIDSON, M. H. et al. Effects of dietary inulin in serum lipids in men and woman with hypercholesterolemia. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 18, n. 3, p. 503-517, 1998.
- DELZENNE, N. M. et al. Dietary fructoligosacharides modify lipid metabolism. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 57, n. 5, p. 820, 1993.
- DREVON, T.; BORNET, F. Lês FOS: ACTILIGHT. In: MULTON, J. L. (Ed.). Le sucre, les sucres, les edulcorants et les glucides de charges dans les IAA. Paris: Tec & DOC Lavoisier, 1992. p. 313-338.
- EL-DASH, A. A.; CAMARGO C. R. O. Fundamentos da tecnologia de panificaç6o. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1982. 400 p.
- ELMORE, J.R, et al. Preference mapping: relating acceptance of "creaminess" to a descriptive sensory map of a semisolid. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 10, p. 465-475, 1999.
- FAGUNDES, R. L. M.; COSTA, Y. R. Uso de alimentos funcionais na alimentaç6o. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n. 108, p. 42-48, 2003.
- FERREIRA, C. L. L.; TESHIMA, E. Prebi6ticos, estratégia dietética para a manutenç6o da microbiota col6nica desejável. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Viçosa, n. 16, p. 22-25, 2000.
- FERREIRA, V. L. P. et al. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000.
- FIORDALISO, M. et al. Dietary oligofructose lower triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. **Lipids**, Champaign, v. 30, n. 2, p.163-167, 1995.
- FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 87, p. 287-91, 2002.

GIBSON, G. R. Selective of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. In: Bergner P. Inulin. J. Her. Pract, Boulder, v. 17, n. 2, p. 23-29, 1999.

GIBSON G. R.; WILLIS C. L.; VAN LOO J. Non-digestible oligosaccharides and bifidobacteria implications for health. **International Sugar Journal**, v. 96, p. 1150-1156, 1994.

GRIZARD, D.; DALLE, M.; BARTHOMEUF, C. Changes in insulin and corticosterone levels may partly mediate the hypolipidemic effect of guar gum and low-molecular weight pectin in rats. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 21, n. 8, p. 1185-1190, 2001.

ISOLAURI, E.; SALMINEN, S.; OUWEHAND, A. C. Probiotics. Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, v. 18, n. 2, p. 299-313, 2004.

KALINGA, D.; MISHRA, V. K. Rheological and physical properties of low fat cakes produced by addition of cereal Beta glucan concentrates. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v.33, p. 384–400, 2009.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos. São Paulo: EDUSP, 2006. 648 p.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p. 13.

LAWLESS, H.; HEYMANN, G. V. Sensory evaluation of foods. 827 p, 1999.

LIONG, M. T.; SHAH, N. P. Optimization of cholesterol removal, growth and fermentation patterns of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4962 in the presence of mannitol, fructo-oligosaccharide and inulin: A response surface methodology approach. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 98, p. 1115-1126, 2005a.

LOPEZ, H. W.; COUDRAY, C.; LEVRAT-VERNY, M. A. Fructooligosaccharides enhance mineral apparent absorption and counteract the deleterious effects of phytic acid on mineral homeostasis in rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 11, p. 500-508, 2000.

LÓPEZ-MOLINA, D. et al. Molecular properties and prebiotic effect of inulin obtained from artichoke (*Cynara scolymus*). **Phytochemistry**, New York, v. 66, n. 12, p. 1476-1484, 2005.

MacFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. Preference mapping and multidimensional scaling. In: PIGGOTT, J.R. (Ed.). **Sensory Analysis of Food**. 2<sup>o</sup> ed. New York, Elsevier. 1988. 389p.

MATTILA-SANDHOLM, T, et al. Technological challenges for future probiotic foods. **International Dairy Journal**, Barking, v. 12, p. 173-82, 2002.

MC CLEARY, B. V.; ROSSITER, P. Measurement of novel dietary fibers. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 87, n. 3, p. 707-717, 2004.

MEILGAARD M., CIVILLE G. V., CARR B. T. Sensory evaluation techniques. 3<sup>rd</sup> ed. Boca Raton: CRC Press, 1999.

MOLNAR, P.; TOTH, M.; BOROSS, M. F. Sensory evaluation of select fruit juices and nectars by a panel group and by consumers. **Food Control**, Guildford, v. 3, n. 4, p. 213-217, 1993.

MOSCATTO J. A, et al. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 41, p. 181-8, 2006.

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**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.

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

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

MUÑOZ, A. M.; CHAMBERS I. V.; HUMMER, S. A. Multifaceted Category Study :How to Understand a Product Category and its Consumer Responses. **Journal Sensory Studies**, v. 11, p. 261-294, 1996.

NINESS K. R. Inulin and oligofructose. What are they? **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 129, p. 1402-1406, 1999.

PHILIPPI, S. T. Nutrição e técnica dietética. São Paulo: Manole, 2006.

POLLONIO, M. Alimentos funcionais: as recentes tendências e os envolvidos no consumo. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, p. 26-31, 2000.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R, et al. Development of functional ingredients for gut health. **Trends Food Science and Technology**, v. 13, p. 3-11, 2002.

RAO, V. A. The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 21, n. 6, p. 843-848, 2001.

REID, G, et al. New scientific paradigms for probiotics and prebiotics. **Journal of Clinical Gastroenterology**, New York, v. 37, n. 2, p. 105-118, 2003.

ROBERFROID, M. B. Function effects of foods components and the gastrointestinal system: chicory fructo- oligosaccharides. **Nutrition**, Boston, v. 54, n. 11, p. 38-42, 1996.

ROBERFROID, M. B. Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. **J. Nutr.** v.137, p. 2493-2502, 2007.

RONDA F, et al. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. **Food Chemistry**, London, v. 90, p. 549-55, 2005.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: O estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, 2006.

SCHLICH, P.; McEWAN, J.A. Preference mapping a statistical tool for the food industry. **Science des Aliments**, Paris, v. 12, p. 339-355, 1992.

SILVA, A. S. S. et al. Frutoligossacarídeos: Fibras alimentares ativas. **Boletim CEEPA**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 295-304, 2007.

SIRÓ, I.; KÁPOLNA, E.; KÁPOLNA, B.; LUGASI, A. Functional food: product development, marketing and consumer acceptance - a review. **Appetite**, London, v. 51, p. 456-467, 2008.

STONE, H.; SIDEL, J. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 11, p. 24-34, 1993.

STONE, H.; SIDEL, J. Sensory evaluation practices. New York: Academic Press, 1993, 338 p.

TEEWEN, H. et al. Inulin: a versatile fibre ingredient. **International Food Ingredients**, Maarsen, n. 5, p. 10-4, 1992.

VAN LOO, J. et al. Functional food properties of non-digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO project (DGXII – CT94-1094). **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 81, p.121-132, 1998.

WANG, Y. Prebiotics: present and future in food science and technology. **Food Research International**, Barking, v. 2, p. 8-12, 2009.




WILDMAN, R. E. C. Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. Boca Raton: CRC Press, 2001.

YUN, J. W. Fructooligosaccharides – occurrence, preparation and application. **Enzyme and Microbial Technology**, New York, v. 19, p. 107-117, 1996.

ZIEMER, C. J.; GIBSON, G. R. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. **International Dairy Journal**, Barking, v. 8, p. 473-9, 1998.

ZULETA, A.; ZAMBUCETTI, M. E. Frutanos: características estruturales y metodología analítica. In: CARBOHIDRATOS en alimentos regionales Iberoamericanos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 199-210.

## ANEXO 1

	<b>UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA</b> <b>"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"</b> Câmpus de São José do Rio Preto	
<b>PARECER CONSUBSTANCIADO</b> <b>PROJETO DE PESQUISA</b>		
<b>IDENTIFICAÇÃO</b>		
<b>Nome do pesquisador:</b> Profa. Dra. Ana Carolina Conti e Silva <b>Departamento:</b> Engenharia e Tecnologia de Alimentos <b>Instituição:</b> IBILCE - UNESP <b>Projeto:</b> Perfil sensorial e de aceitação de produtos de panificação formulados com prebióticos <b>Protocolo:</b> 0003.0.229.000.10		
<b>PARECER nº 029/10</b>		
<p>O presente refere-se ao atendimento sugerido no parecer nº 021/10 de 10/março/10 emitido por este CEP, onde se solicita a inclusão no TCLE que caso ocorra eventual problema de saúde (efeito adverso) relacionado à participação no teste sensorial será encaminhado ao ambulatório (UNAMOS) da instituição. E a pesquisadora atendeu prontamente.</p>		
<p>O projeto é relevante para a área, pois visa à avaliação da utilização de prebióticos (frutanos) em produtos de panificação como pães e bolos, assim como sua aceitação por meio de testes sensoriais. Alguns estudos têm sido desenvolvidos quanto à aplicação de frutanos em produtos de panificação, mas não há estudos mais específicos para avaliação dos efeitos desses prebióticos quanto às características sensoriais como Análise Descritiva Quantitativa e mapa de preferência, assim justificando sua realização. Também serão realizadas análises físico-químicas como composição química, análise instrumental de textura, de cor, peso e volume. O projeto está bem estruturado e redigido com embasamento científico, os objetivos são pertinentes e a metodologia é adequada, com a definição dos critérios de inclusão e exclusão para recrutamentos dos sujeitos de pesquisa. O TCLE está redigido de forma clara e o projeto não deve trazer riscos aos sujeitos de pesquisa que serão recrutados para os testes sensoriais. Porém deverá ser incluído no TCLE que caso ocorra eventual problema de saúde (efeito adverso) relacionado a sua participação no teste sensorial será encaminhado ao ambulatório (UNAMOS) da instituição. Também deve ser ressaltado que o pesquisador tem experiência e produção científica na área, assim como o laboratório onde a pesquisa será desenvolvida apresenta infra-estrutura necessária e o projeto foi encaminhado à FAPESP para solicitação de auxílio financeiro.</p>		
<p>( X ) APROVADO          ( ) COM PENDÊNCIA, máximo de 60 dias para atendimento          ( ) RETIRADO          ( ) NÃO APROVADO          ( ) APROVADO, aguardar apreciação final da CONEP</p>		
<p>Datas previstas para apresentação dos relatórios  <b>1º relatório: abril/2011 – 2º relatório: abril/2012 - 3º relatório: abril/2013</b>          Obs.: Para facilitar a apresentação do relatório poderá seguir como orientação o roteiro no site <a href="http://www.ibilce.unesp.br/instituicao/comissoes/etica/arquivos/Roteiro_02.doc">http://www.ibilce.unesp.br/instituicao/comissoes/etica/arquivos/Roteiro_02.doc</a></p>		
<p>São José do Rio Preto, 14 de abril de 2010.</p>		
 <b>Prof. Dr. Raul Aragão Martins</b> <b>Coordenador do CEP</b>		
Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth – CEP 15054-000 São José do Rio Preto – SP – Brasil Tel (17) 3221-2456		