



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO  
ÁREA – CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS**

**JACIRA ANTONIA BRASIL**

**EFEITO DA ADIÇÃO DE INULINA SOBRE OS PARÂMETROS  
NUTRICIONAIS, FÍSICOS E SENSORIAIS DO PÃO.**

**RECIFE – PE  
2006**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**JACIRA ANTONIA BRASIL**

**EFEITO DA ADIÇÃO DE INULINA SOBRE OS PARÂMETROS  
NUTRICIONAIS, FÍSICOS E SENSORIAIS DO PÃO.**

Tese de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Nutrição, como requisito à obtenção do grau de Mestre. Universidade Federal de Pernambuco. Área de concentração: Ciências dos alimentos.

**Orientadora:**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Zelyta Pinheiro de Faro

**Co-orientadora:**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Silvana Magalhães Salgado

**RECIFE – PE**

**2006**

**Brasil, Jacira Antonia**

**Efeito da adição de inulina sobre os parâmetros nutricionais, físicos e sensoriais do pão / Jacira Antonia Brasil. – Recife: Autor, 2006.**

**65 folhas: il., fig., tab., quadros.**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2006.**

**Inclui bibliografia e apêndices.**

**1. Ciência dos alimentos – Alimentos funcionais. 2. Pão – Adição de fibra (inulina) – Parâmetros nutricionais – Índice glicêmico e conteúdo de gordura. 3. Parâmetros físicos – Características físicas do pão – Volume e peso – Influência da adição da fibra. 4. Características sensoriais – Influência da inulina. I. Título.**

**612.392**

**CDU (2.ed.)**

**UFPE**

**612.3**

**CDD (22.ed.)**

**BC2006-286**

**EFEITO DA ADIÇÃO DE INULINA SOBRE OS PARÂMETROS  
NUTRICIONAIS, FÍSICOS E SENSORIAIS DO PÃO.**

**JACIRA ANTONIA BRASIL**

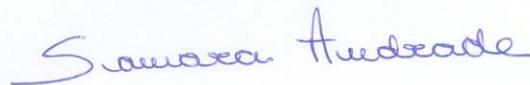
Tese defendida e aprovada em 10 de março de 2006.

Membros da Banca Examinadora:



Prof.ª Dr.ª. Nonete Barbosa Guerra

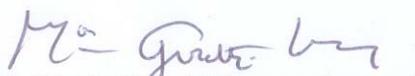
Prof.ª Titular do Departamento de Nutrição - UFPE



Prof.ª Dr.ª. Samara Alvachian C. Andrade

Prof.ª. Adjunto do Departamento de

Engenharia Química - UFPE



Dr.ª. Maria Goretti Pessoa de Araújo Burgos

Nutricionista do Hospital das Clínicas - UFPE

Aos meus pais, Landri e Lúcia pela chance dada a mim.

A Graça pelo amor materno oferecido a mim.

Aos meus irmãos Silas, Mario e Paulo.

**Dedico!**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que por permitir a realização de mais uma etapa da minha vida.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio concedido.

Ao Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos Nonete Barbosa Guerra (LEAAL), do Departamento de Nutrição – UFPE, pelo apoio nas realizações dos experimentos.

A Bunge S/A pela doação de matérias primas e pelo apoio na realização dos experimentos.

A Orafti Active Food pela doação da inulina.

A Prof<sup>ª</sup>. Zelyta Pinheiro de Faro pela orientação durante as etapas de realização deste trabalho.

A Prof<sup>ª</sup>. Silvana Magalhães Salgado pelo apoio, orientação e contribuição na realização deste trabalho.

A Prof<sup>ª</sup>. Alda Verônica Souza Livera pela orientação no desenvolvimento deste trabalho.

A secretária da pós-graduação Neco, por estar sempre disponível a nos ajudar.

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

## **RESUMO**

A restrição da ingestão de pão no tratamento dos diabéticos e obesos devido à alta digestibilidade dos carboidratos e conseqüentemente alto índice glicêmico, levou a indústria alimentícia a desenvolver produtos ricos em fibra solúvel com o intuito de reduzi-lo. Uma das fibras utilizada é a inulina, que favorece a redução da gelatinização do amido sem alterar as características organolépticas do produto. Este estudo foi realizado com objetivo desenvolver três formulações de pães, por método direto: 6% de gordura, 6% de inulina e 10% de inulina. Os pães obtidos de três ensaios foram avaliados quanto aos aspectos nutricionais, físicos e sensoriais. Os dados da composição centesimal apontaram uma redução calórica de 11 e 17% para os pães com 6 e 10% de inulina, respectivamente. Quanto ao teor de gordura também foi observada uma redução significativa de 85% para o pão com 6% de inulina e 86% para o pão com 10% de inulina. O índice glicêmico do pão com 10% de inulina foi menor (IG=82) do que os pães com 6% de inulina (IG=85) e igual ao pão com 6% de gordura (IG=82). As análises físicas demonstraram que a redução do volume do pão com 10% de inulina foi superior aos dados da literatura. O peso dos pães padrão e experimental não diferiram estatisticamente. De acordo com os testes sensoriais o pão com 10% de inulina foi classificado como regular. Os resultados permitem concluir que a adição de inulina não foi suficiente para produzir pães de baixo índice glicêmico; interferiu negativamente nos aspectos físicos e nas características sensoriais dos pães; a substituição da gordura pela inulina resultou na obtenção de um pão *light* e gordura.

Palavras chave: inulina, índice glicêmico, pão *light*, análise sensorial, substituto de gordura.

## **ABSTRACT**

Effect of inulin on nutritional, physical and sensorial parameters of bread.

The restriction of the bread ingestion on diabetics and obesity treatment due to the high digestibility of carbohydrates and consequently high glicemic index (GI), took the food industry to develop high dietary fiber content products with intention to reduce it. One of dietary fibres used is the inulin that improves the reduction of starch gelatinization without modifying the organoleptics characteristics of the product. This study had as objective to develop three bread formulations, by straight dough: 6% of fat, 6% and 10% of inulin. In the gotten breads of three assays had been evaluated the nutritional, physical and sensorial aspects. The data of the centesimal composition pointed out a caloric reduction of 11% and 17% to the breads containing 6% and 10% of inulin, respectively. Fat content presented a significant reduction of 85% on bread with 6% of inulin and 86% on bread with 10% of inulin. The GI of the bread with 10% of inulin was lesser (IG=82) of that the breads with 6% of inulin (IG=85) and equal to the bread with 6% of fat (IG=82). The physical analyses demonstrated that the reduction of the volume of the bread with 10% of inulin was superior to the data from literature. The weight of breads experimental and standard did not differ statistically. In accordance with the sensorial tests the bread with 10% of inulin was classified as to regular. The results allow concluding that the addition of inulin was not enough to produce breads of low GI and had a negative interference in the physical aspects and the sensorial characteristics of breads; the substitution of fat for the inulin resulted in a bread light in fat content.

Key words: inulin, glicemic index, light bread, sensorial analysis, fat substitute.

## **SUMÁRIO**

	<b>Págs.</b>
<b>LISTA DE FIGURA.....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE QUADROS E TABELA.....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÕES da LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 Processamento do Pão.....	19
2.2 Aplicação da Inulina na Indústria de Alimentos.....	23
2.3 Papel Fisiológico da Inulina.....	26
2.3.1 Efeito Prebiótico.....	26
2.3.2 Efeitos sobre o Metabolismo Lípidico e Glicídico.....	27
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 Objetivo geral.....	30
3.2 Objetivo específico.....	30
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
4.1 Material.....	32
4.1.1 Ingredientes.....	32
4.1.2 Equipamentos para formulação dos pães.....	32
4.2 Métodos.....	33
4.2.1 Formulação dos pães.....	33
4.2.2 Análises Físico-químicas.....	34
4.2.3 Determinação do índice glicêmico.....	34
4.2.4 Análises físicas.....	36
4.2.5 Análise Sensorial.....	36
4.2.6 Análise estatística.....	38
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
5.1 Parâmetros nutricionais.....	40
5.2 Parâmetros físicos.....	43
5.3 Parâmetros sensoriais.....	45
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>50</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>8 APÊNDICE.....</b>	<b>63</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURAS</b>	<b>Págs.</b>
<b>Figura 1</b> Estrutura química da molécula de inulina e oligofrutose.....	<b>23</b>
<b>Figura 2</b> Fluxograma de processamento de pão elaborado por método direto.....	<b>33</b>
<b>Figura 3</b> Esquema analítico da determinação de índice glicêmico.....	<b>35</b>
<b>Figura 4</b> Curva de hidrólise dos carboidratos dos pães.....	<b>41</b>
<b>Figura 5</b> Características visuais externas e internas dos pães elaborados.....	<b>45</b>
<b>Figura 6</b> Perfil sensorial da análise descritiva quantitativa (ADQ) dos pães.....	<b>48</b>
<b>Figura 7</b> Representação da classificação da qualidade dos pães segundo Dutcosky (1996).....	<b>48</b>

## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

<b>QUADROS E TABELAS</b>	<b>Págs.</b>
<b>Quadro 1</b> Percentual de ingredientes nas formulações dos pães.....	<b>34</b>
<b>Quadro 2</b> Fatores atribuídos a cada atributo de análise sensorial.....	<b>38</b>
<b>Quadro 3</b> Classificação da qualidade dos pães.....	<b>38</b>
<b>Tabela 1</b> Composição centesimal das amostras de pães.....	<b>40</b>
<b>Tabela 2</b> Índice glicêmico (IG) dos pães padrão e experimentais.....	<b>42</b>
<b>Tabela 3</b> Índice glicêmico de diversos tipos de pães.....	<b>43</b>
<b>Tabela 4</b> Análise física das amostras de pães.....	<b>44</b>
<b>Quadro 4</b> Descritores e escala de pontuações da análise descritiva quantitativa.....	<b>46</b>
<b>Tabela 5.</b> Médias das notas para os atributos sensoriais dos pães.....	<b>47</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, a crescente incidência de doenças crônicas não transmissíveis tem despertado um grande interesse das indústrias de alimentos em oferecer produtos capazes de reduzir os riscos de doenças e promover a saúde.

Diante deste fato, inúmeros constituintes bioativos presente naturalmente nos alimentos estão sendo extraídos para serem utilizados em diversas formulações. Como exemplo destaca-se o carboidrato inulina encontrado, principalmente, na raiz da chicória (*Cichorium intybus* L) e outras espécies de vegetais presentes em regiões de clima temperado.

Quimicamente a inulina apresenta a propriedade higroscópica, podendo reduzir o teor de água disponível durante a gelatinização do amido, acarretando um menor aproveitamento dos carboidratos, e conseqüentemente, um índice glicêmico mais baixo. Além do referido efeito fisiológico sobre a glicemia, a adição de inulina é promissora, pois não altera a aparência e sabor e ainda confere aos alimentos maciez e umectância, o que permite seu emprego como substituto da gordura em produtos fonte de amido como bolo, biscoitos, massas para sopas e macarrão.

Dos amiláceos mais consumidos pela população, o pão é o alimento que produz a maior resposta glicêmica, desta forma é ingerido com moderação pelos diabéticos e obesos. É considerado um alimento básico, cujo consumo anual no Brasil representa metade da porção recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e Food Agriculture Organization (FAO). Estudos indicam que além dos diabéticos e obesos, alimentos com baixo índice glicêmico, devem ser preconizados para os portadores de doenças cardiovasculares e indivíduos normais por contribuir para maior sensibilidade à insulina, fator importante na redução do risco de desenvolvimento de diabetes.

Considerando os benefícios da ingestão de alimentos com baixo índice glicêmico e o conhecimento das propriedades tecnológicas e funcionais da inulina, é relevante o estudo do efeito da sua adição em formulações de produtos tradicionais como o pão, cujo consumo vem sendo limitado em decorrência dos possíveis danos a saúde.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

O pão consumido hoje, é resultado de um processo antigo de milhares de anos. Trata-se de uma herança ancestral repassada no decorrer de gerações e culturas. Civilizações, como a grega, egípcia, hebraica, ibéricas, européias, que sempre produziram seus alimentos, contribuíram para o que se vê hoje nas mesas (CANELLAS-RAWLS, 2003). O pão é definido como produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes (BRASIL, 2000). A esses dois ingredientes são adicionados vários outros como: lipídios, açúcares, fermento, ovos, leite, aromatizantes e corantes que dão as características dos vários tipos de produtos comerciais (BOBBIO, 2001).

## 2.1 PROCESSAMENTO DO PÃO

No mundo há uma variedade de pães que diferem segundo os ingredientes utilizados na sua fabricação e método de processamento. No Brasil, o pão mais consumido é o tipo francês preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo, sal (cloreto de sódio) e água (BRASIL, 2000). Segundo o Programa de Apoio a Panificação (PROPAN) seu consumo *per capita* está em torno de 27 Kg/ano (PROPAN, 2005). Outros pães bastante consumidos podem algumas vezes ser acrescidos de gordura, açúcar e leite.

A farinha de trigo tem a habilidade de formar uma massa viscoelástica que retém o gás produzido durante a fermentação e nos primeiros estágios de cozimento do pão, dando origem a um produto leve. As proteínas, mais especificamente as formadoras do glúten, são as principais responsáveis por esta característica própria do trigo. O glúten é composto por duas frações protéicas a gliadina e a glutenina. A gliadina apresenta cadeia simples e é

extremamente gomosa quando hidratada, apresentando pouca ou nenhuma resistência à extensão, e sendo, portanto responsável pela coesividade da massa. A glutenina é formada por várias cadeias ligadas entre si, é elástica, mas não coesiva e fornece à massa a propriedade de resistência à extensão (BOBBIO, 2003; ORDÓÑEZ, 2005).

O pão também pode ser elaborado com o emprego de outras farinhas e é chamado pelo nome correspondente ao tipo de cereal utilizado. Vários cereais têm sido empregados para formulação de pão, do mesmo tipo do pão de trigo usual, porém o produto obtido não apresenta as características desejadas. A farinha de centeio é o substituto mais usado, é a segunda e a única, depois da farinha de trigo, que tem a capacidade de reter gás e produzir massa de pão esponjosa. A farinha de centeio contém maior quantidade de pentosanas que a de trigo, isso confere uma maior capacidade de retenção de ar durante a fermentação da massa. As pentosanas da farinha de trigo são ainda mal caracterizadas quanto à sua função, mas há evidências de que participam da retenção de água na massa e podem ter funções estruturais por interações com amido. A soja e cereais como arroz, milho são também utilizados na produção de pães, não fornecem um bom glúten e são utilizados apenas como aditivos da farinha de trigo (HOSENEY, 1991, BOBBIO, 2001).

Na elaboração do pão, a água é fundamental na formação do glúten e hidratação do amido, carrega consigo muitos sais minerais - carbonatos, cloretos, nitratos e sulfatos. Desempenhando importante papel na ação das leveduras, pois o pH alcalino irá dificultar a fermentação, ao tornar a absorção da água mais difícil para as proteínas da farinha (CANELLAS-RAWLS, 2003; EL-DASH, CAMARGO e DIAS, 1983). O leite é o segundo líquido de importância na elaboração de massas, sua presença tende a melhorar a qualidade da massa, particularmente de pães integrais. O leite tem efeito estabilizante na fermentação, adiciona valor nutricional ao alimento e sabor à mistura, auxilia na retenção da umidade dentro da massa. A presença de lactose controla a coloração da crosta, juntamente com as proteínas. Os

pães feitos com leite demoram mais para assar por causa das proteínas e dos sólidos do leite, mas possuem miolo macio e suave (CANELLAS-RAWS, 2003).

O fermento biológico é o produto obtido de culturas puras de leveduras (*S. cerevisia*), por procedimento tecnológico adequado, e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados (CALVEL, 1987; PYLER apud ESTELLER, 1988).

O sal além de conferir sabor à massa, é responsável pelo fortalecimento da rede de glúten, controlador da fermentação, atividade de água e conservação final do produto. A quantidade de sal não pode ser superior a 2% do peso da farinha para que não ocorra diferença de pressão osmótica e, conseqüentemente, morte das leveduras (CANELLAS-RAWS, 2003, CALVEL, 1987).

Dentre os métodos de obtenção do pão, o método direto é o procedimento mais utilizado no Brasil, enquanto nos EUA é bastante empregado o método indireto ou de massa esponjosa.

No método direto os ingredientes são misturados e sovados até se obter uma massa homogênea, que será submetida à fermentação durante duas a três horas. Durante a fermentação a massa pode ser golpeada uma ou mais vezes para expulsar o excesso de gás. No método de massa esponjosa cerca de 2/3 de farinha, água e levedura são amassadas para formar a massa. Posteriormente esta massa é fermentada durante cinco horas e em seguida os demais ingredientes são adicionados até a massa alcançar seu desenvolvimento (HOSENEY, 1991).

Independente dos métodos de obtenção do pão, o processamento envolve três operações básicas: formação da massa, fermentação e cocção. A primeira etapa consiste na mistura dos ingredientes até o desenvolvimento do glúten. A próxima etapa diz respeito à fermentação, período em que a massa apresenta uma textura macia e elástica. Por último, durante a cocção o calor penetra na massa aquecendo o ar e o CO<sub>2</sub> dentro das bolhas,

ocorrendo a dilatação e aumento de volume da massa. Ocorre ainda desnaturação das proteínas, gelatinização do amido e desenvolvimento da cor e o aroma devido principalmente à reação de Maillard e a caramelização superficial (ORDÓÑEZ, 2005, HOSENEY, 1991, BOBBIO, 2001).

Dos ingredientes empregados no processamento do pão, as gorduras atuam como principal lubrificante da massa deixando-a mais branda, permitindo o deslizamento das camadas de glúten evitando que a massa se torne quebradiça (CANELLAS-RAWLS, 2003). Outra propriedade importante dos lipídios é a conservação do pão durante períodos de tempo mais longo, pois atuam nas paredes das bolhas de gás, melhorando sua impermeabilização, aumentando a resistência à saída de vapor de água evitando a retrogradação do amido. Geralmente durante o processamento do pão é empregado um teor de 3 % de gordura em relação ao peso da farinha, entretanto, este percentual é bastante variável segundo a formulação do pão (ALEGRETE, 1996; CANELLAS-RAWLS, 2003; BOBBIO, 2001; ZAMBRABO, *et al* 2002; YÁNEZ e BIOLLEY, 1999).

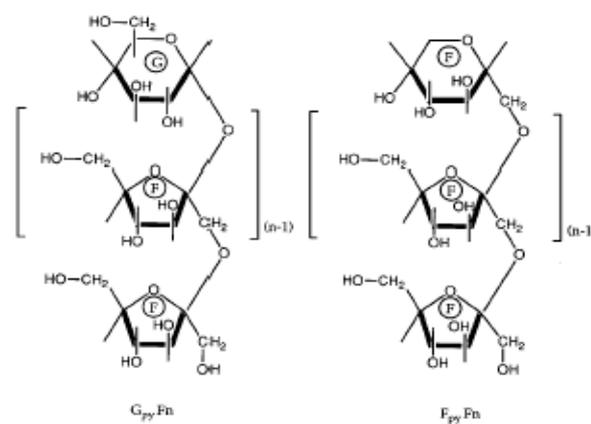
A relação entre o alto consumo de gordura e o surgimento de doenças crônicas não transmissíveis tem despertado o interesse da indústria de alimentos em desenvolver uma grande variedade de alimentos com substitutos totais ou parciais de gordura. Os substitutos da gordura podem ser classificados como derivados de proteínas, lipídios e carboidratos. Estes últimos são utilizados de longa data como agentes espessantes e estabilizantes (YACKEL, 1992).

Dentre os derivados dos carboidratos, a inulina está sendo empregada como substituto de gordura em cremes, leites fermentados, gelatinas, sorvetes, pastas, pães e fórmulas infantis. Esta substituição está relacionada à propriedade de higroscopicidade, pois desenvolve géis sem alterar o sabor e a textura dos alimentos além de promover efeitos fisiológicos semelhantes às fibras alimentares solúveis (DYSSSELER, HOFFEM, 1995).

## 2.2 APLICAÇÃO DA INULINA NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Quimicamente a inulina tem sido definida como um carboidrato do tipo frutano, polidisperso consistindo de várias, se não exclusivamente, ligações  $\beta$  (2 – 1) frutossil-frutose apresentando a fórmula geral  $G_{py}F_n$ , onde  $n$  é o grau de polimerização ou o número de  $\beta$ -D-frutofuranosil; G e F são glicose e frutose respectivamente;  $G_{py}F_n$  é  $\alpha$ -D-glicopiranosil-[ $\beta$ -D-frutofuranosil] $_{n-1}$  – D-frutofuranoside e com grau de polimerização de 2 a 60 unidades. Na molécula terminal apresenta a  $\beta$ -D-frutose ou  $\alpha$ -D-glicose

Da inulina pode ser extraída, por hidrólise enzimática parcial, a oligofrutose, um outro frutoligosacarídeo que também é utilizado na indústria de alimentos (ROBERFROID e DELZENNE, 1998).



**Figura 1** - Estrutura química da molécula de  $G_{py}F_n$  (inulina) e  $F_{py}F_n$  (oligofrutose).  $n$  é o grau de polimerização ou número de  $\beta$ -D-frutofuranose; G e F representam a glicose e frutose, respectivamente;  $G_{py}F_n$  é  $\alpha$ -D-glicopiranosil-[ $\beta$ -D-frutofuranosil] $_{(n-1)}$ -D-frutofuranoside; e  $F_{py}F_n$  é  $\beta$ -D-frutopiranosil-[ $\beta$ -D-frutofuranosil] $_{(n-1)}$ -D-frutofuranoside.  
Fonte: Roberfroid e Delzenne, 1998.

Inulina e oligofrutose denominados também frutoligosacarídeos (FOS) são largamente encontrados na natureza em uma variedade de hortaliças como aspargos, cebola, alcachofras,

alcachofras de Jerusalém, chicória, alho-porró, alho e yacon. Os FOS também são produzidos por alguns fungos e bactérias (ROBERFROID e DELZENNE, 1998; FRANCK, 2002).

No entanto, três espécies de vegetais contendo inulina são mais utilizadas pela indústria de alimentos: agave (piteira/sisal) (*Agave azul tequilana*) utilizada na produção de tequila, alcachofras de Jerusalém (*Helianthus tuberosus*) e chicória (*Cichorium intybus*) esta última mais comumente explorada (ROBERFROID, 1998) devido ao elevado conteúdo de inulina (70% em base seca). A inulina apresenta-se como um pó branco, inodoro, de sabor neutro sem nenhum *off-flavour* ou sabor residual (FRANCK, 2002, VAN LOO *et al*, 1999, MOSHFEGH, *et al* 1999).

A inulina quando misturada com água ou outro líquido forma uma rede tridimensional de gel resultando em uma estrutura cremosa, pouco elástica que facilita sua incorporação em alimentos visando à substituição em até 100% da gordura, sem comprometer o sabor ou a textura (FRANCK, 2002), evidenciado por Mendonza *et al* (2001) em salsichas fermentadas, resultando em um produto menos calórico com características similares às salsichas convencionais, e por Acher *et al* (2004) que verificaram uma redução de 36% no conteúdo de gordura e 15% do valor calórico, utilizando inulina na substituição de gordura em lingüiça.

Em estudo com sorvete, El Nagar *et al*, 2002, obtiveram uma sobremesa com baixo conteúdo de gordura, cujo teor de 5% de inulina proporcionou efeitos significantes na estrutura, textura do produto e aceitação do produto em todos os atributos avaliados pelos consumidores. Hennelly *et al* (2005) que estudaram a produção de uma imitação de queijo substituído em 63% de gordura por solução quente de inulina, obteve um produto sem nenhuma mudança nas características de derretimento. Observando o efeito da inulina na substituição de gordura na qualidade de iogurte, Guven *et al* (2005) conseguiram produto similar ao controle com adição de 1% de inulina, a substituição não influenciou as

características físicas e sensoriais. Funchs *et al* (2005) produziram iogurte de soja com 4,43% de inulina, obtendo uma opção para consumo de derivados de soja e substâncias prebióticas.

A inulina trabalha em sinergia com alguns agentes geleificantes, como os hidrocolóides alginato e  $\kappa$  e  $\iota$  carragenas e maltodextrinas, estabilizando as espumas e emulsões, promovendo sensações gustativas semelhantes à gordura; do mesmo modo, é utilizada em produtos de panificação e cereais matinais, por promover uma crocância e expansão dos salgadinhos extrusados e dos cereais (FRANCK E COUSSEMENT, 1997, CRITTENDEN e PLAYANE, 1996).

Moscatto, Prudêncio-Ferreira e Haully (2004) estudando a adição de inulina e farinha de yacon (*Polymnia sanchifolia*), na formulação de bolo de chocolate, obtiveram produto com propriedades químicas, físicas, sensoriais e a estabilidade de armazenamento comparável aos da formulação padrão. Wang, Rosell e Barber (2002) estudando a qualidade de pães enriquecidos com inulina, fibra de algaroba e fibra de ervilha detectaram maciez no miolo dos pães, embora tenha ocorrido um decréscimo do seu volume específico.

Freqüentemente a inulina é utilizada pela indústria de alimentos como uma fibra alimentar, devido aos seus possíveis efeitos prebióticos interferindo no metabolismo dos lipídios e carboidratos, na absorção de minerais e na prevenção de alguns tipos de câncer. Neste sentido agrega valor aos produtos, pois diminui o teor de gordura e aumenta o teor da fibra solúvel, que é de interesse para população, que pode dispor de alimentos que auxiliem na redução dos riscos de doenças (COUSSEMENT, 1996; WALTER, 1999).

## 2.3 PAPEL FISIOLÓGICO DA INULINA

### 2.3.1 EFEITO PREBIÓTICO

A inulina e demais carboidratos de cadeia curta com grau de polimerização entre 2 e 60 são considerados ingredientes prebióticos, ou seja, substratos fermentáveis que estimulam seletivamente o crescimento, a atividade de bifidobactérias e lactobacilos, aumentando a resistência à colonização de patógenos no intestino grosso (CHERBUT, 2002).

Os produtos da fermentação são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), acetato, propionato, butirato, gases  $H_2$  e  $CO_2$  e a massa celular bacteriana. A fermentação dos frutoligossacarídeos ocorre provavelmente no cólon proximal, conduzindo a um aumento rápido do hidrogênio da respiração após o consumo. O butirato é considerado a principal fonte de energia para o colonócito; acetato e propionato circulam no sangue portal e podem influenciar o metabolismo sistêmico dos hidratos de carbono e dos lipídios (ALLES 1996). O propionato parece inibir a síntese de ácidos graxos, enquanto o acetato é um substrato lipogênico (ROBERFROID, 2002).

De uma maneira geral os AGCC resultados da fermentação de carboidratos não digeríveis facilitam a absorção colônica de minerais, particularmente  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$ . A inulina pode incrementar o balanço e absorção por causa de um efeito osmótico que transfere água para o intestino grosso, aumentando o volume de fluídos em que esses minerais podem dissolver. Além disso, esses carboidratos são extensivamente fermentados, acidificando o conteúdo colônico e conseqüentemente aumentando a concentração de minerais ionizados, uma condição que favorece a difusão passiva (ROBERFROID, 2002).

A maior parte dos gases é absorvida pelo organismo e apenas uma pequena fração é encontrada nas fezes ou é excretada na respiração. Doses de inulina na ordem de 14g/dia causam desconforto abdominal, devido ao aumento significativo de gases, acarretando flatulência e cólicas intestinais (CHERBUT, 2002; PEDERSEN, SANDSTROM e VAN AMELVOON, 1997).

Outro efeito importante é a possível proteção contra o crescimento de tumores. Esta proteção está relacionada ao elevado conteúdo de sulfomucinas na mucosa colônica cecal, cuja proporção é diminuída em várias doenças intestinais, assim como inflamações e certos tipos de câncer (FONTAINE *et al* 1996; CUMMINGS e MACFARLANE, 2002).

A fermentação da inulina também aumenta o conteúdo de água fecal, mudando a consistência e plasticidade das fezes, facilitando a excreção e aumento na frequência da evacuação (CHERBUT, 2002; CUMMINGS e MACFARLANE, 2002).

### **2.3.2 EFEITOS SOBRE O METABOLISMO LIPÍDICO E GLICÍDICO**

Os efeitos da inulina sobre a redução dos triglicerídeos tem sido objeto de estudo em animais e humanos. Observa-se uma discrepância entre os modelos experimentais e uma das explicações é o teor de inulina oferecido. No modelo com animais a dose de inulina oferecida é elevada, enquanto, nos humanos este teor é restrito devido aos incômodos sintomas gastrintestinais (BEYLOT, 2005).

Os estudos com humanos apesar de conflitantes têm demonstrado resultados positivos com pequenas doses (7-10g) (BALCAZAR-MUNOZ, MARTINEZ-ABINDIS e GONZALEZ-ORTIZ 2003; LETEXIER, DIASION e BEYLOT, 2003). Quando quantidades mais elevadas (15-20g)

foram utilizadas os resultados não diferiram significativamente (LUO et al. 1996; PEDERSEN et al 1997).

Causey *et al* (2000) observou que a ingestão diária de 20g de inulina durante três semanas reduziu significativamente os triglicerídeos sérico em 40mg/dL, em indivíduos hipercolesterolêmicos. Esta constatação também foi observada por Jackson (1999), ao detectar decréscimo dos triglicerídeos em indivíduos com elevadas taxas bioquímicas; Segundo Jackson (1999) a redução dos triglicerídeos está relacionada ao decréscimo da insulina.

Nos roedores, a inulina parece evitar o desenvolvimento da esteatose hepática e o depósito adicional de lipídios em outros tecidos, por mecanismo ainda não esclarecido (BEYLOT, 2005).

Com relação ao metabolismo dos carboidratos geralmente não se observa mudanças na glicemia ou insulinemia com doses de 5 a 20g/dia de inulina (RUMESSEN ET AL. 1990). Causey *at al* (2000) ao contrário do que esperavam, detectaram um acréscimo nos níveis de insulina e glucagon, possivelmente, devido ao acréscimo de AGCC que contribuíram para elevação do GLUT2 sérico (um transportador da glicose) e RNAm proglucagon na região do íleo de intestino de rato (TAPPENDEN e MCBURNEY, 1998).

De uma maneira geral os efeitos da inulina sobre a glicemia são contraditórios, pois dependem das condições fisiológicas dos indivíduos, bem como do teor de inulina oferecido na dieta, grau de fermentação e produtos da fermentação (BEYLOT, 2005; ALLES *et al* 1999).

Considerando os possíveis efeitos fisiológicos e as discrepâncias nos resultados obtidos nos estudos da inulina e, conhecendo o crescente desenvolvimento de produtos enriquecidos com fibras, verifica-se a necessidade de maiores estudos sobre o tema, principalmente quanto as suas funções e a aceitação deste novo ingrediente aos produtos alimentícios.

### **3 OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de inulina em pães obtidos por método direto

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar as características nutricionais, físicas e sensoriais dos pães.
- Analisar o efeito da inulina na redução do conteúdo de gordura dos pães.
- Determinar a influência da adição de inulina sobre o índice glicêmico dos pães.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

## **4.1 MATERIAL**

### ***4.1.1 INGREDIENTES***

Farinha de trigo suprema cedida pela Bunge, 14,8% de umidade 0,13% de conteúdo mineral, 24,3% glúten seco e 0,56+ para cor da farinha, dados fornecidos pela indústria Bunge S.A.; fermento biológico fresco prensado; gordura vegetal hidrogenada; leite integral; açúcar cristal; sal e inulina Raftiline HPX (BENEIO), doada pela empresa Orafti Active Food.

### ***4.1.2 EQUIPAMENTOS PARA FORMULAÇÃO DOS PÃES***

Masseira INCO capacidade mínima 2 kg máxima 5 kg;

Câmara de fermentação Werner com temperatura e umidade controladas;

Divisor de massas.

Modelador de massa;

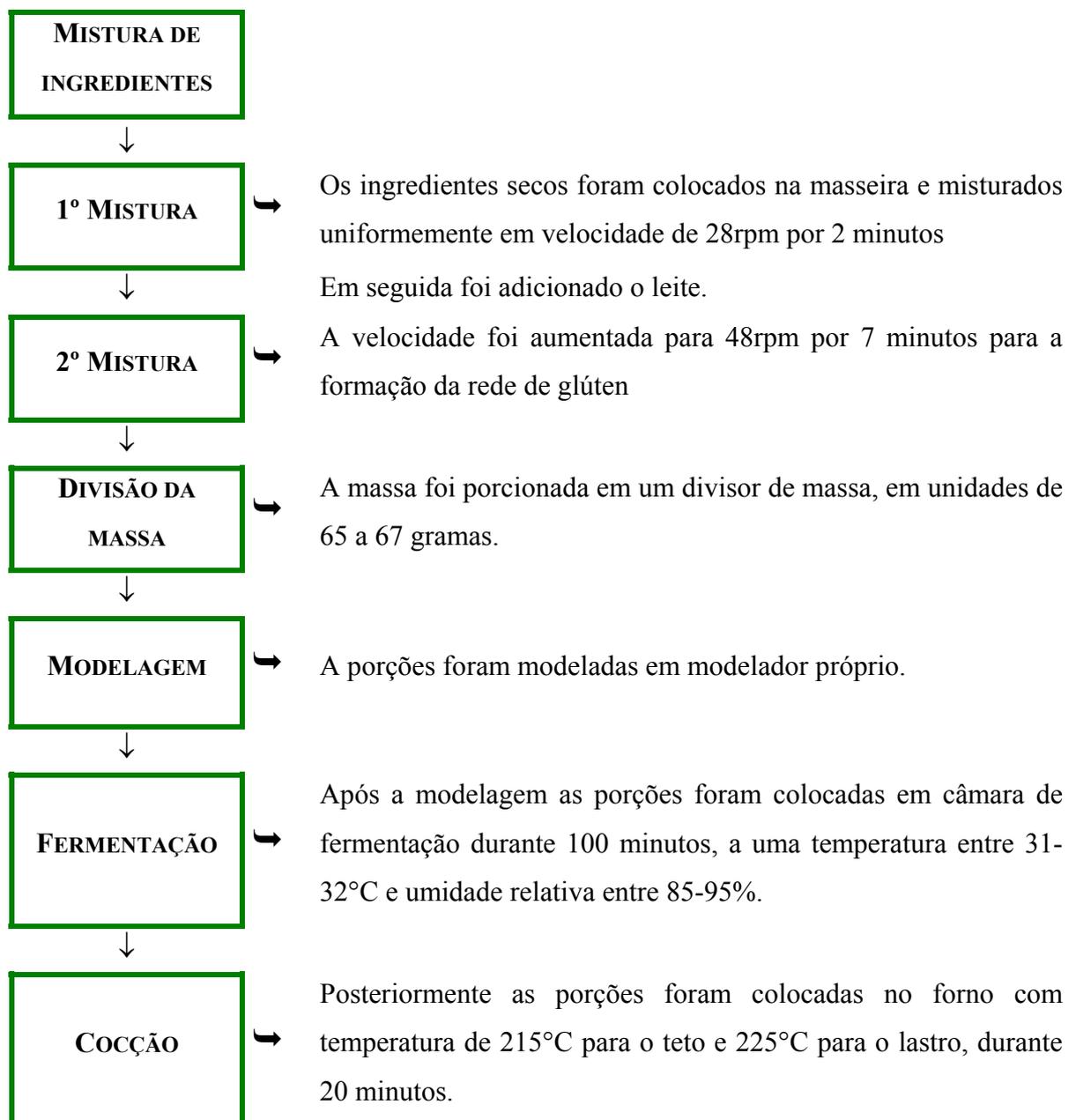
Forno Werner;

Medidor de volume Vonde.

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 FORMULAÇÃO DOS PÃES

Os pães foram obtidos pelo método direto (AACC, 1995) na padaria experimental da empresa Bunge S/A. de acordo com a figura 2, e as formulações foram elaboradas conforme ilustra o quadro 1.



**Figura 2** - Fluxograma de processamento de pão elaborado por método direto.

**Quadro 1** - Proporção dos ingredientes nas formulações dos pães.

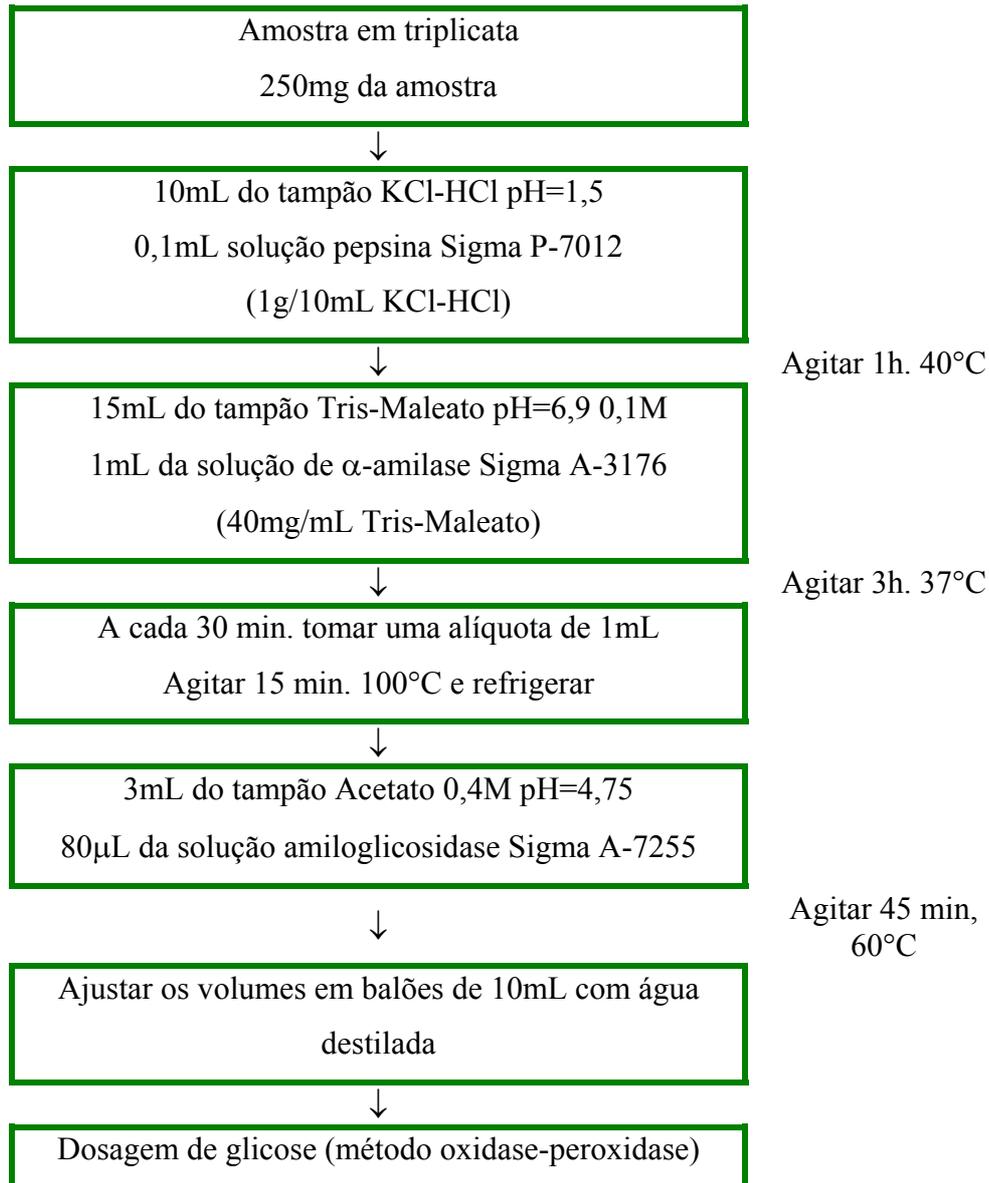
INGREDIENTES (%)	FORMULAÇÕES		
	Amostra experimental padrão com 6% de gordura	Amostra experimental com 6% de inulina (1)	Amostra experimental com 10% de inulina (2)
Farinha de trigo	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Sal	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Açúcar	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Fermento biológico	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Leite	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>63</b>
Gordura hidrogenada	<b>6</b>	-	-
Inulina	-	<b>6</b>	<b>10</b>

#### 4.2.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A composição centesimal foi determinada em triplicata de acordo com os métodos da AOAC (2002). Umidade (método 935.29); resíduo mineral fixo (método 930.22-32.3.08), extrato etéreo (método 963.15-31.4.02); proteínas (método 991.20-33.2.11); fibra alimentar (985.29-45.4.08) e carboidratos por diferença.

#### 4.2.3 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE GLICÊMICO

Os pães foram secos em estufa a 104°C durante 1 hora e em seguida triturados. A determinação do índice glicêmico foi realizada de acordo com o método desenvolvido por Gõni, 1997, utilizando o kit determinação de glicose, Glicose PAP Liquiform da Labtest, conforme as etapas descritas na figura 3.



**Figura 3** - Esquema Analítico da determinação de índice glicêmico.

Ao final, a concentração de glicose foi determinada enzimaticamente por meio do método oxidase-peroxidase (kit para determinação de glicose) e o cálculo da glicose foi realizado segundo a fórmula indicada pelo fabricante:

$$\text{Glicose (mg/dL)} = \frac{\text{Absorbância do Teste}}{\text{Absorbância do Padrão}} \times 100$$

Para calcular o índice glicêmico (IG) foi determinada a área da curva de hidrólise da glicose de acordo com programa de análise de gráficos (FindGraph, 2002). Em seguida, o índice glicêmico foi obtido com base na relação entre a área da curva do alimento referência (pão branco) e área da curva de hidrólise do alimento em estudo.

$$\text{IG} = \frac{\text{Área do alimento teste}}{\text{Área do alimento referência}} \times 100$$

#### ***4.2.4 ANÁLISES FÍSICAS***

As análises físicas também foram realizadas em triplicata, incluindo a massa; volume e volume específico. A massa das amostras foi determinada em balança digital semianalítica e o volume foi verificado por deslocamento das sementes de mostarda tendo como princípio a técnica de deslocamento em água com vazão de fluxo, utilizando um medidor de volume. O volume específico foi determinado segundo o método descrito por Griswold (1972), mediante relação volume/massa da amostra.

#### ***4.2.5 ANÁLISE SENSORIAL***

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra (LEAAL) – Departamento de Nutrição. Aplicou-se o Teste

Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (ABNT, 1998), com escala estruturada mista de cinco pontos, que avaliou os atributos presentes no produto.

Foram recrutados 16 provadores do sexo feminino, que foram submetidos ao teste de sensibilidade aos sabores básicos (TEIXEIRA, MEINET e BARBETTA, 1987). O teste foi aplicado aos provadores em cabines adequadas e utilizando a ficha descrita no apêndice A. O critério estabelecido para seleção dos provadores foi o acerto mínimo de 80% dos sabores.

O desenvolvimento da terminologia foi realizado pelo método de rede (ou grid), onde foi oferecido o produto aos provadores, a fim de serem listadas as diferenças e similaridades entre elas. Em seguida, foi aberta discussão, sob a supervisão de um líder; e os termos descritos mais utilizados para descrever as semelhanças e diferenças comporam a ficha de análise (DUTCOSKY, 1996).

Os pães foram servidos aleatoriamente em recipiente branco identificado com números de três algarismos, com faca apropriada para cortar, untá-los e consumidos acompanhados com água. Para a avaliação do aroma foi oferecido ao provador um recipiente fechado, contendo pedaços do pão em análise e para o julgamento da untuosidade, o provador dispunha de manteiga a temperatura ambiente para ser passada sobre o pão. A ficha de avaliação está disposta no apêndice B.

Os valores obtidos do julgamento dos pães foram multiplicados por fatores sugeridos por Dutcosky (1996), quadro 2, que expressam a importância de cada atributo. Em seguida as amostras dos pães foram classificadas de acordo com o quadro 3.

**Quadro 2** - Fatores atribuídos a cada atributo de análise sensorial.

<b>ATRIBUTO</b>	<b>FATOR*</b>
Volume	3
Cor da crosta	2
Forma e simetria	2
Característica da crosta	3
Cor do miolo	1
Porosidade	2
Textura	2
Aroma	2
Sabor	2
Untuosidade	1

\* Valores adaptados de Dutcosky (1996) para o experimento.

**Quadro 3** - Classificação da qualidade dos pães.

<b>PONTUAÇÃO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
81 – 100	Pão de boa qualidade
61 – 80	Regular
31 – 60	Ruim – qualidade inaceitável
Menos de 30	Muito ruim

Fonte: Dutcosky, 1996.

#### **4.2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados relativos às características sensoriais foram analisados pelo teste de análise de variância (ANOVA). Os dados da composição centesimal foram avaliados pelo teste Kruskal Wallis. Todos ao nível de significância de 5%.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## 5.1 PARÂMETROS NUTRICIONAIS

A composição centesimal dos pães (Tabela 1) demonstra que a substituição da gordura gerou uma redução significativa ( $p>0,05$ ) de 85% (amostra 1) e 86% (amostra 2) da gordura em relação ao padrão. Estes resultados permitiram segundo a ANVISA \*Portaria SVS/MS 27 de janeiro de 1998 classificar os pães (1 e 2) como *light* ou pão com baixo teor de gordura. Diferenças significativas em relação ao padrão também foram detectadas quanto ao teor de carboidrato, fibra alimentar e valor calórico total, sem, contudo acarretar diferenças entre as amostras específicas 1 e 2.

O fato da umidade dos pães não ter apresentado diferença, concordou com resultados de Ferreira, Oliveira e Preto (2001) que obtiveram resultados semelhantes em pães tipo francês.

**Tabela 1** - Composição centesimal das amostras de pães.

<b>Análises</b>	<b>Amostra padrão com 6% de gordura</b> (g/100g)	<b>Amostra experimental com 6% inulina (1)</b> (g/100g)	<b>Amostra experimental com 10% de inulina (2)</b> (g/100g)
<b>Umidade</b>	28,8 ±2,3 <sup>a</sup>	29,6±3,0 <sup>a</sup>	30,8±2,5 <sup>a</sup>
<b>Resíduo mineral fixo</b>	2,6±0,2 <sup>a</sup>	2,5±0,2 <sup>a</sup>	2,6±0,2 <sup>a</sup>
<b>Proteína</b>	12,4±0,4 <sup>a</sup>	12,3±0,4 <sup>a</sup>	12,1±0,5 <sup>a</sup>
<b>Extrato etéreo</b>	6,6±0,4 <sup>a</sup>	1,0±0,2 <sup>b</sup>	0,9±0,3 <sup>b</sup>
<b>Carboidrato total</b>	49,6±1,7 <sup>a</sup>	54,7±2,1 <sup>b</sup>	53,6±2,0 <sup>b</sup>
<b>Fibra alimentar</b>	5,0±0,9 <sup>a</sup>	5,2±0,8 <sup>b</sup>	8,0±0,4 <sup>b</sup>
<b>V.C.T. (Kcal)</b>	287,3 <sup>a</sup>	255,8 <sup>b</sup>	238,5 <sup>b</sup>

Letras diferentes representam diferença  $p<0,05$ .

Com relação ao teor de fibra alimentar inexistência de diferença principalmente entre o padrão e experimental 1, é possivelmente, devido ao método analítico utilizado, pois a técnica adequada para a determinação da inulina envolve o uso de enzimas específicas como a

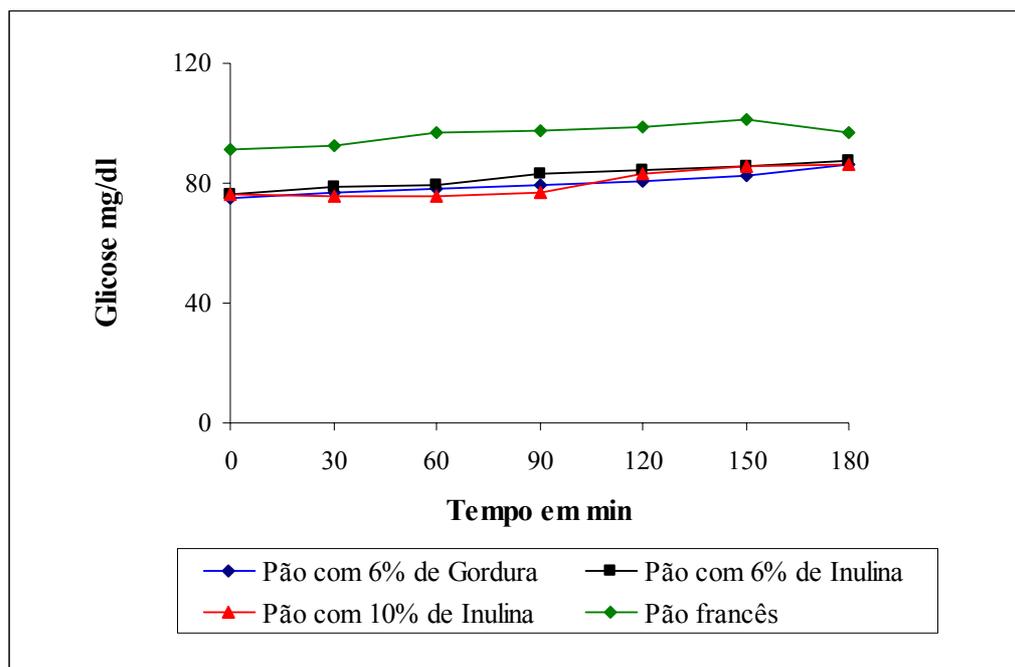
\*Portaria SVS/MS 27/98- Gordura total reduzida - redução mínima de 25% na gordura total e diferença menor que 3g de gordura/100g do alimento.

inulinase – frutozima seguida da análise cromatográfica (CAPITO e FILISETTI, 1999, FRANCK, 2002). Outra possível explicação para esta subestimação seria a ocorrência de hidrólise das fibras solúveis pelas enzimas produzidas pelo fermento ou uma parcial destruição durante a cocção (ABDUL-HAMID e SIEW-LUAN, 2000).

Quanto ao valor calórico a substituição da gordura por inulina promoveu uma redução significativa de 11% e 17% para amostras experimentais 1 e 2, respectivamente.

A hidrólise dos carboidratos representada na figura 4 demonstra que o pão com 6% de gordura apresentou menor taxa de glicose em relação ao pão francês, possivelmente, devido à propriedade da gordura de encapsular os grânulos de amido impedindo a hidrólise enzimática e, conseqüentemente, sua digestibilidade (MORAD apud GROSSMANN, 1997).

Dentre as amostras de pães adicionados com inulina (Figura 4), o pão com 10% apresentou as menores taxas de glicose até os 90 min., devido à capacidade da inulina de absorver bastante água, inibindo a intumescência e gelatinização do amido acarretando, portanto, uma menor digestibilidade (BRENNAN, KURI e TUDORICA, 2004, TUDORICA, KURI e BRENNAN 2002).



**Figura 4** - Curva de hidrólise dos carboidratos dos pães.

Embora estudos *in vivo* demonstrem que as fibras solúveis são capazes de reduzir a resposta glicêmica pós-prandial, por provocarem um retardo no ritmo de esvaziamentos gástricos (TORRES, 2001), os resultados da tabela 2 e quadro 1 demonstram que a proporção de inulina utilizada, nos experimentos, não foi capaz de reduzir o IG.

Efeitos diversos foram registrados por Brennan, Kuri e Tudorica (2004) que detectaram baixo IG em espagete adicionado com 7,5 e 10% de inulina. Estes dados permitem inferir que o efeito da inulina sobre a glicemia pode ser potencializado pelo processamento ao qual o alimento foi submetido, bem como o método de cocção.

**Tabela 2-** Índice glicêmico (IG) dos pães padrão e experimentais.

AMOSTRAS	IG
Pão francês	
Alimento referência para cálculo do IG	100
Pão com 6% gordura	
Amostra padrão	82
Pão com 6% inulina	
Amostra experimental (1)	85
Pão com 10% inulina	
Amostra experimental (2)	82

Comparando os resultados desta pesquisa Tabela 2 com os dados da literatura (Tabela 3) observa-se que os pães comumente recomendados para os diabéticos e obesos apresentam IG semelhantes com exceção dos pães com aveia, semente de centeio e pão de linhaça e soja. Assim sendo os pães adicionados com 6 e 10% de inulina poderiam ser preconizados no

tratamento dietético das referidas patologias, pelas vantagens citadas anteriormente como a redução de gorduras e calorias.

**Tabela 3** - Índice glicêmico de diversos tipos de pães.

TIPOS DE PÃES	IG <sup>1</sup>	IG <sup>2</sup>
<b>Pão branco de trigo</b>	<b>101</b>	<b>101</b>
Pão 100% farinha de cevada	95	96
Pão 80% farinha de cevada	95	95
Pão com semente de aveia	-	93
Pão de aveia com 50% farinha de trigo	-	72
Pão com semente de centeio	71	58
Pão preto de centeio	92	109
Pão centeio <i>light</i>	-	97
Pão branco com alta quantidade de fibras	-	96
Pão de linhaça e soja	-	71
Pão integral EUA	-	104
Pão integral CAN	-	102

1 – Fonte: Caruso e Menezes, 2000.

2 – Fonte: Foster-Powell, Holt e Brand Miller, 2002.

## 5.2 PARÂMETROS FÍSICOS

Os pães da formulação 2 apresentaram uma redução significativa do volume específico (38%) em relação à amostra padrão e à formulação 1.

**Tabela 4** - Análise física das amostras de pães.

PARÂMETROS FÍSICOS	Amostra padrão com 6% de gordura	Amostra experimental com 6% de inulina (1)	Amostra experimental com 10% de inulina (2)
<b>Peso (g)</b>	57±1,6 <sup>a</sup>	58±1,5 <sup>a</sup>	59±0,8 <sup>a</sup>
<b>Volume (cm<sup>3</sup>)</b>	269±3,1 <sup>a</sup>	259±19,6 <sup>a</sup>	168±21,9 <sup>b</sup>
<b>Volume específico (cm<sup>3</sup>/g)</b>	4,8±0,1 <sup>a</sup>	4,5±0,3 <sup>a</sup>	2,8±0,3 <sup>b</sup>

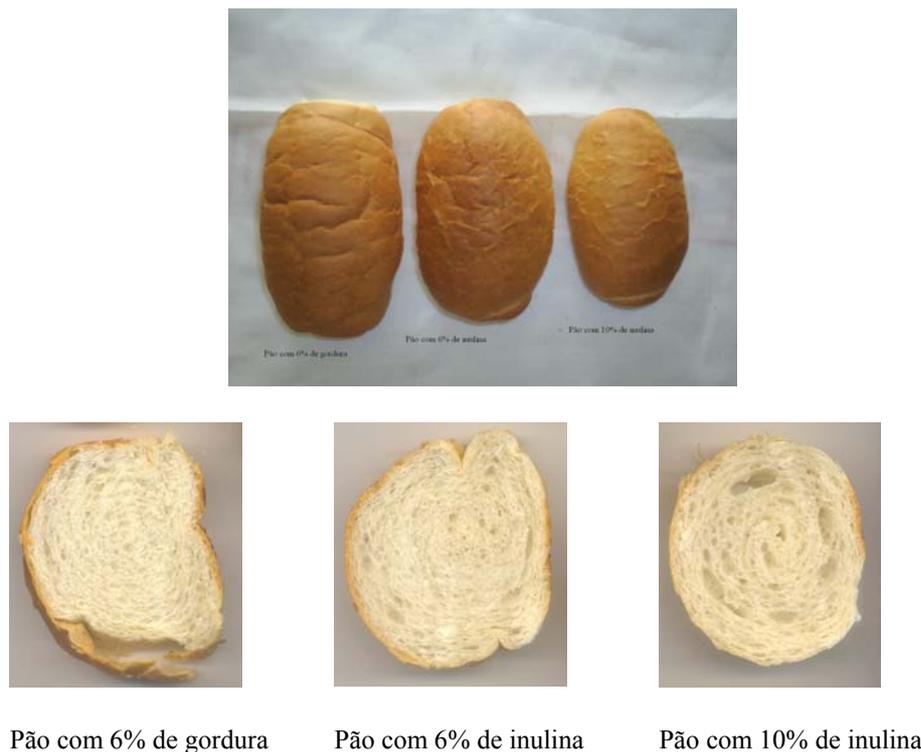
Análises realizadas em triplicata.

Letras diferentes representam diferença  $p < 0,05$ .

Percentuais inferiores (19%) foram referidos por Wang, Rosell e Barber (2002) ao adicionar 3% em pães e por O'Brien (2003) em pães de 5% inulina. De acordo com este autor este fato seria devido à quantidade insuficiente de inulina para a formação de uma estrutura de gel, teoria não comprovada pelos resultados desta pesquisa.

Segundo Grossman e Barber, 1997 e Sánchez, Osella e Torre, 1998 o volume do pão está relacionado ao método de processamento, qualidade e quantidade dos ingredientes, principalmente dos melhoradores de farinha. Wang, Rosell e Barber 2002 ressaltam que as interações entre as proteínas da farinha de trigo e as fibras adicionadas ao produto podem impedir a expansão do pão durante o período de fermentação.

Para El-Dash, Camargo e Diaz (1983), o pão adequado deve apresentar volume específico acima de  $6,0(\text{cm}^3/\text{g})$ , entretanto pesquisas realizadas pelo Moinho Rio Negro apud Ferreira, Oliveira e Preto (2001) consideram volume ideal de 4 a 5 ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) concordando com os resultados obtidos para a amostra 1 nesta pesquisa. As características externas e internas dos pães encontram-se ilustradas na figura 5.



**Figura 5** - Características visuais internas e externas dos pães elaborados.

Que demonstram claramente a redução de volume da amostra experimental 2 em detrimento das demais amostras. Observando as características internas é possível verificar que a amostra experimental 2 apresenta poros muito aberto, paredes finas, formando muitas vezes buracos. Estas características refletiram na avaliação sensorial, principalmente sobre o descritor “porosidade” que obteve as menores notas conforme a tabela 5.

### 5.3 PARÂMETROS SENSORIAIS

Dos 16 recrutados, apenas 5 obtiveram acerto mínimo de 80% no teste dos sabores básicos, critério adotado para selecionar o painel sensorial. O desenvolvimento da terminologia gerou os descritores da qualidade de pães dispostas no quadro 4 que se segue.

**Quadro 4** - Descritores e escala de pontuações da análise descritiva quantitativa.

ESCORES DESCRITORES	5	4	3	2	1
<b>Volume</b>	Muito bom	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
<b>Cor da crosta</b>	Dourada, natural, uniforme.	Natural, levemente tostada.	Ligeiramente alterada (clara ou escura), desuniforme.	Com algumas manchas escuras	Muito escura ou muito pálida
<b>Forma e simetria</b>	Simétrica	Simétrica, levemente modificada.	Achatada, assimétrica.	Afundada, rachada, mas ainda aceitável.	Muito deformada
<b>Características da crosta</b>	Fina, macia e crocante.	Macia e crocante	Medianamente dura ou muito macia	Dura ou muito macia	Muito dura ou borrachenta.
<b>Cor do miolo</b>	Uniforme, branco ou levemente creme.	Uniforme creme	Uniforme, ligeiramente escurecida.	Desuniforme com algumas manchas	Escuro
<b>Porosidade</b>	Células ovaladas, uniformes, sem buracos.	Células ovaladas abertas uniformes, com pequenos buracos.	Células uniformes, pouco fechadas.	Células muito fechadas, paredes grossas.	Células muito abertas, paredes finas e buracos.
<b>Textura</b>	Sedosa, granulada, uniforme.	Ligeiramente desuniforme	Desuniforme e áspera	Desuniforme, pegajosa ou seca.	Muito dura ou muito seca
<b>Aroma</b>	Específico excepcionalmente agradável	Específico, agradável.	Levemente alterado aceitável.	Alterado, rançoso ou com aroma de fermento.	Alterado atípico, ácido.
<b>Sabor</b>	Específico excepcionalmente agradável	Específico, agradável.	Levemente alterado, mas aceitável.	Alterado, levemente insípido ou amargo.	Completamente alterado, azedo ou outro sabor estranho.
<b>Untuosidade</b>	Muito boa	Boa	Regular	Ruim	Péssima

Ao aplicá-los às amostras foram obtidas as médias que dispostas na tabela 5.

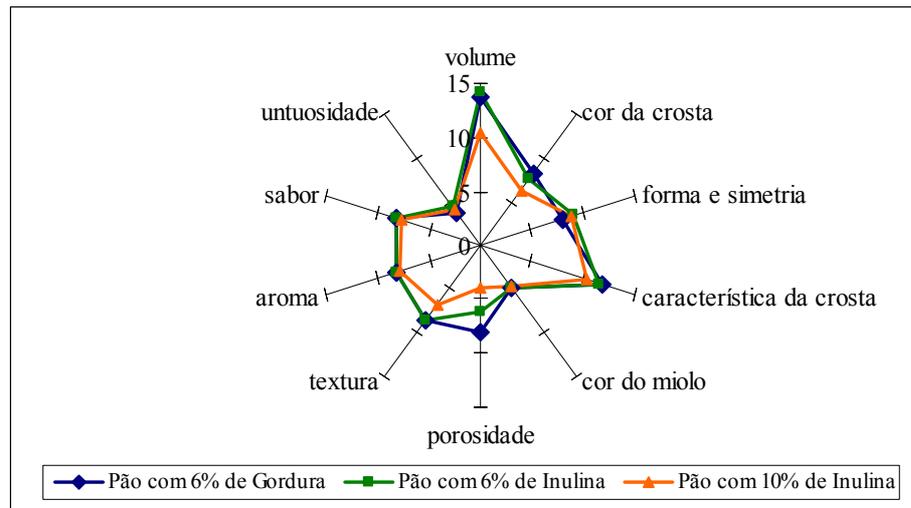
**Tabela 5** - Médias ponderadas das notas para os atributos sensoriais dos pães.

Atributos sensoriais	Amostra padrão com 6% de gordura	Amostra experimental com 6% de inulina (1)	Amostra experimental com 10% de inulina (2)
Volume	14±1,8 <sup>a</sup>	14±1,4 <sup>a</sup>	10±2,1 <sup>a</sup>
Cor da crosta	8±1,9 <sup>a</sup>	8±1,9 <sup>a</sup>	6±1,6 <sup>a</sup>
Forma e simetria	8±2,4 <sup>a</sup>	9±1,0 <sup>a</sup>	9±2,0 <sup>a</sup>
Características da crosta	12±4,0 <sup>a</sup>	12±3,2 <sup>a</sup>	10±4,0 <sup>a</sup>
Cor do miolo	5±0,3 <sup>a</sup>	5±0,4 <sup>a</sup>	5±0,5 <sup>a</sup>
Porosidade	8±0,8 <sup>a</sup>	7±2,7 <sup>a</sup>	5±2,9 <sup>a</sup>
Textura	9±2,0 <sup>a</sup>	9±2,3 <sup>a</sup>	7±2,5 <sup>a</sup>
Aroma	8±1,2 <sup>a</sup>	8±1,5 <sup>a</sup>	8±1,1 <sup>a</sup>
Sabor	8±1,1 <sup>a</sup>	8±1,2 <sup>a</sup>	8±1,4 <sup>a</sup>
Untuosidade	4±1,2 <sup>a</sup>	5±0,7 <sup>a</sup>	4±1,0 <sup>a</sup>

Letras diferentes representam diferença  $p < 0,05$ .

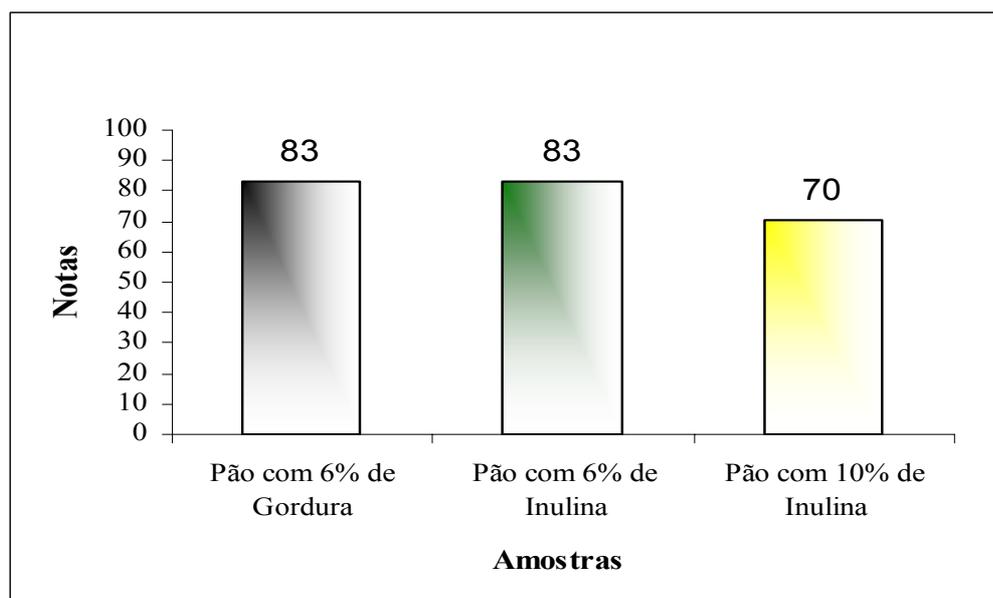
Uma análise destes resultados demonstra que os descritores que mais influenciaram a avaliação dos pães foram: volume, cor da crosta, característica da crosta, porosidade e textura nos quais o 10% de inulina obteve as menores notas sem, no entanto diferir ( $p > 0,05$ ) das demais formulações.

O perfil sensorial representado na figura 6, expressa de forma simples e clara a importância de cada um dos descritores avaliados. A intensidade média de cada descritor foi marcada no seu respectivo eixo, tomando-se o centro da figura como o ponto de menor intensidade da escala utilizada na ficha de avaliação.



**Figura 6** - Perfil sensorial da análise descritiva quantitativa (ADQ) dos pães.

O somatório dos pontos foi igual a 70,4, valor que segundo Dutcosky, 1996, a classifica como pão regular. As demais amostras, padrão e experimental 1 cujo total situou-se acima de 80,0, foram classificadas como pães de boa qualidade (Figura 7). Convém lembrar que o somatório das notas apesar de ter classificados os pães em diferentes categorias (Quadro 4), as médias das avaliações dos provadores não diferiram entre si (Tabela 5).



**Figura 7.** Representação da classificação da qualidade dos pães segundo Dutcosky, 1996.

Desta forma os pães adicionados de inulina apresentaram características sensoriais semelhantes à do pão formulado com gordura. Embora descritores como o volume, cor da crosta, característica da crosta, porosidade e tenham sido influenciados pela adição da inulina, atributos como aroma e sabor responsáveis pelo flavor característicos do pão não foram afetados.

## **6 CONCLUSÕES**

De acordo com os experimentos realizados conclui-se que:

- Os níveis de inulina adicionados às formulações acarretaram modificações da composição centesimal dos pães sem, contudo reduzir o índice glicêmico.
- O maior percentual de inulina influenciou negativamente nos aspectos físicos e sensoriais relacionado aos pães.
- A substituição da gordura por inulina resultou em um pão *light* em gordura, segundo a legislação vigente.

## **7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABDUL-HAMID, A.; SIEW LUAN, Y. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**, 68, 15-19, 2000.

ACHER, B.J. JOHNSON, S.K., DEVEREUX, H.M. BAXTER, A.L. Effect of fat replacement by inulin or lupin-kernel fibre on sausage patty acceptability, post-meal perceptions of satiety and food intake in men. **British Journal of Nutrition**, 91, 591-599, 2004.

ALEGRET L.P.; Sustitutos de material grasa; **Alimentaria**, abril, p.119-121, 1996.

ALLES, M.S.; ROOMS, N.M. DE; BAKX, J.C.; LISDONK, E. VAND; ZOCK, P.L.; HAUTVAST, J.G.A.J. Consumption of fructooligosaccharides does not favorably affect blood glucose and serum lipid concentrations in patients with type 2 diabetes. **American Journal Clinical Nutrition**, 69:64-9, 1999.

American Association of Cereal Chemists - AACC. **Approved Methods of the AACC**, 9 ed., St. Paul, Minn, 1995.

**Associação Brasileira de Normas e Técnicas**, ABNT. NBR 14140: Alimentos e bebidas: análises sensorial: teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1998.

**Association of Official Analytical Chemistry** (AOAC). Official Methods of Analysis, 13 ed., Washington, 2002.

BALCAZAR-MUNOZ, B. MARTINEZ-ABINDIS, E.; GONZALEZ-ORTIZ, M. Effect of oral inulin administration on lipid profile and insulin sensitivity in subjects with obesity and dislipidemia. **Revista Médica de Chile**, 131, 597-604, 2003.

BEYLOT, M. Effects of inulin-type fructanson lipid metabolism in man and in animal models. **British Journal of Nutrition**, 93, suppl. 1, S163-S168, 2005.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química dos processamentos de alimentos**, 3º ed. São Paulo: Varela, 143p; 2001.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**, 3º ed. São Paulo: Varela, 238p.; 2003.

BRASIL. Portaria Nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)**. Brasília, DF: MS/(ANVISA). Disponível em <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acessado em 26/01/2006.

BRASIL. RDC nº 90, de 18 outubro de 2000. **Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão**. Brasília, DF: MS/(ANVISA). Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acessado em 26/01/2006.

BRENNAM, C.S.; KURI, V.; TUDORICA, C.M. Inulina – enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. **Food Chemistry**, 86, p. 189-193, 2004.

CALVEL, R. **O pão francês e os produtos correlato; Tecnologia e prática da panificação**, Fortaleza, 287p., 1987.

CANELLAS-RAWLS, S. **Pão: arte e ciência**, edit. Senac São Paulo, 320p., 2005.

CAPITO, S.M.P.; FILISETTI, T.M.C.C. Inulina: Um ingrediente alimentar promissor. **Cadernos de Nutrição**, 18:1-11, 1999.

CARUSO, L.; MENEZES, E.W. Índice glicêmico dos alimentos. **Nutrire**, p. 49-64, 2000.

CAUSEY, J.L.; FEIRTAG, J.M.; GALLAHER, D.D.; TUNGLAND, B.C.; SLAVIN, J.L. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemia men. **Nutrition Research**, nº 2, p. 191-201, 2000.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistent starch: Analytical and Physiological aspects. **Boletim da SBCTA**, v. 30, p. 37-43, 1996.

CHERBUT, C. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept. **British Journal of Nutrition**, 87, suppl. 2, S159-S1625, 2002.

COUSSEMENT, P. Pre-and synbiotics with inulin and oligofructose. **Food Technology Europe**, January, 102-104, 1996.

CRITTENDEN, R.G.; PLAYNE, M.J. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. **Trends in Food Science and Technology**, 7, 353-361, 1996.

CUMMINGS, J.H.; MACFARLANE, G.T. Gastrointestinal effects of prebiotics. **British Journal of Nutrition**, 87, suppl. 2, S145-S151, 2002.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 123p., Curitiba: Champagnat, 123p., 1996.

DYSSELER, P., HOFFEM, D., Inulin, an alternative dietary fibre. Properties and quantitative analysis. **Europe Journal Clinical Nutrition**. Oct;49 Suppl 3:S145-52, 1995.

ESTELLER, M.S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento**, São Paulo, 2004, 238p. Dissertação: mestrado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas.

EL NAGAR, G.; CLOWES, G.; TUDORICA, C.M.; KURI, V.; BRENNAN, C.S. Rheological quality and stability of yoc-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, vol. 55, n° 2, may, 2002.

El-Dash, A.A.; Camargo, C.O.; Diaz, N.M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da industria comercio ciência e tecnologia, 350p., 1983.

FERREIRA, S.M.R.; OLIVEIRA, P.V. DE; PRETO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.19, n°2, p. 301-318, jul/dez. 2001.

FONTAINEI, N., MESLIN, J. C., LORY, S; ANDRIEUX, C. Intestinal mucin distribution in the germ-free rat and in the heteroxenic rat harbouring a human bacterial flora: effect of inulin in the diet. **British Journal of Nutrition**, 75, 881-892, 1996.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S.H.A.; BRAND-MILLER, J.C. International table of glycemic index and glycemic load values, **American Journal Clinical Nutrition**; 76:5–56; 2002.

FRANCK, A.; COUSSEMENT, P. Multi-functional inulin. **Food Ingredients and Analysis International**, October, 8-10, 1997.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, 87, suppl. 2, S287-S291, 2002.

FUCHS, R.H. B.; BORSATO D.; BONA, E.; HAULY, M.C.O. Iogurte de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**., Campinas, 25(1): 175-181, jan.-mar. 2005.

GÕNI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURO-CALIXTO, F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Reseach**, vol. 17, nº 3, p. 427-437, 1997.

GRISWOLD, R.M. **Estudos experimentais dos alimentos**. Rio de Janeiro: Programa de Publicações Didáticas – USAID, 1972.

GROSSMAN, M.V.E.; BARBER, C.B. Envejecimiento del pan. Efecto combinado de  $\alpha$ -amilasa bacteriana y emulsicante en la textura e en las características amilográficas de la miga. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, vol. 47, nº 3, 229-233, 1997.

GUVEN, M.; YASAR, K.; KARACA, O B.; HAYALOGLU, A A. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture: **International Journal of Dairy Technology**, Volume 58, Number 3, pp. 180-184(5), August 2005.

HENNELLY P.J.; DUNNE,P.G.; SULLIVAN; M.O., O'RIORDAN, E.D. Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. **Journal of Food Engineering**, 2005.

HOSENEY, R. **Principios de ciência y tecnologia de los cereales**, editora Acribia, Espanha, 1991.

JACKSON, K.G.; TAYLOR, G.R.J.; CLOHESSY, A.M.; WILLIAMS, C.M. The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle-age men and women. **British Journal of Nutrition**, 82:23-30, 1999.

LETEXIER, D.; DIASION, F. BEYLOT, M. Addition of inulin to a high carbohydrate diet reduces hepatic lipogenesis and plasma triacylglycerol concentration in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, 77, 559-564, 2003.

LEUTHIE, S.M.F. **Indústria de panificação**. Recife, SEBRAE/PE, 2000. 29p.

LUO, L.; RIZKALLA, J.; ALAMOWITCH, C. Chronic consumption of short-chain fructooligosaccharides by healthy subjects decreased basal hepatic glucose production but had no effect on insulin-stimulated glucose metabolism. **American Journal of Clinical Nutrition**, 63, 939-945, 1996.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M.L.; CASAS, C.; SELGAS, M.D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**, 57, 387-393, 2001.

MILLER, J.C.B. Importance of glycemic index in diabetes. **American Journal of Clinical Nutrition**, 59 (suppl.) 747S-52S, 1994.

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

MOSHFEH, A.J.; FRIDAY, J.E.; GOLDMAN, J.P.; AHUJA, J.K.C. Presence of Inulin and Oligofructose in the Diets of Americans. **Journal of Nutrition**. 129: 1407S-1411S, 1999.

O'BRIEN, C.M.; MUELLER, A.; SCANNELL, A.G.M.; ARENDT, E.K. Evaluation of the effects of rats replacers on the quality of wheat bread. **Journal of Food Engineering**, 56:256-267, 2003.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnología de alimentos**. Vol 1: Componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PEDERSEN, A.; SANDSTROM, B.; VAN AMELVOON, J. The effect of ingestion of inulin on blood lipids and gastrointestinal symptoms in healthy females. **British Journal of Nutrition**. 78, 215-222, 1997.

**Programa de Apoio a Panificação (PROPAN).** Disponível em < [www.propan.gov.br](http://www.propan.gov.br)>.

Acessado em 02/11/05.

**Programa de cálculo de área.** FindGrph Application, versão 1.481. Copyright © UNIPHIZ Lab, 2000-2005.

ROBERFROID, M.B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose.

**British Journal of Nutrition**, 87, suppl. 2, S139-S143, 2002.

ROBERFROID, M.B.; DELZENNE, N.M. Dietary Fructans. **Annual Review of Nutrition**, 18:117, 43, 1998.

RODRIGUEZ, M.B.S.; Megias, S.M.; Baena, B.M.; Alimentos funcionales y nutrición óptima. Cerca o lejos?; **Revista Española de Salud Pública**, v.77, n.3, mayo/juno, 2003

RUMESSEN, JJ, BODÉ, S, HAMBERG, O., GUDMAND-HOYER, E. Fructans of Jerusalem artichokes: intestinal transport, absorption, fermentation, and influence on blood glucose, insulin, and C-peptide responses in healthy subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**; 52:675–811990.

SÁNCHEZ, H.D.; OSELLA, C.A.; TORRE, M.A.G. Mejoramiento de la calidad nutricional de pan tipo francés. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, vol. 48, nº 4, 1998.

TAPPENDEN, K.A., MCBURNEY, M.I. Systemic Short-Chain Fatty Acids Rapidly Alter Gastrointestinal Structure, Function, and Expression of Early Response Genes. **Digestive Diseases and Sciences**, Vol. 43, n. 7, pp. 1526 – 1536, july, 1998.

TEIXEIRA, E.; MEINET, E.M.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 180p., 1987.

TORRES, G.F. **Efeitos do processamento térmico sobre o teor de fibra alimentar em hortaliças**. Recife, 2001. 57p. Dissertação: Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Nutrição.

TUDORICA, C.M.; KURI, V.; BRENNAN, C.S. Nutritional physicochemical characteristics of dietary enriched pasta. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 50, 347-356, 2002.

VAN LOO, J.; CUMMINGS, J.; DELZENNE, N.; ENGLYST, H.; FRANCK, A.; HOPKINS, M.; KOK, N.; MACFARLANE, G.; NEWTON, D.; QUIGLEY, M.; ROBERFROID, M.; VLIET, T. VAN; HEUVEL, E. VAN DEN. Functional food properties of non-digestible oligosaccharides:a consensus report from the ENDO project (DGXII AIRII-CT94-1095). **British Journal of Nutrition**, 81, 121-132, 1999.

WALTER, T. Bread goes prebiotics. **International Food Ingredient**, 2, 20-21,1999.

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

YACKEL, W.C. Application of starch-based fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v.46, n.6, p.146-148, 1992.

YÁNEZ, E.; BIOLLEY, E. Substitutos de grasa en la alimentación humana. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, nº2, p. 101-105, 1999.

ZAMBRANO, F.; Ormeneses, R.C.; Pizzinatto, A.; Anjos, V.D.A.; Bragagnolo, N. Cookies com substituição parcial de gordura: composição centesimal, valor calórico, características físicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, 5:43-52, 2002.

## **8 APÊNDICE**



**Apêndice B.** Ficha de análise sensorial dos pães.

Ficha para análise sensorial de pão

NOME: _____ IDADE : _____		DATA: ___/___/___	
Identifique um escore para cada descritor da amostra, de acordo com os adjetivos que correspondem à sua avaliação. Preencha a ficha abaixo.			
<b>Amostras</b>			
Características			
Volume			
Cor da crosta			
Forma e simetria			
Características da crosta			
Cor do miolo			
Porosidade			
Textura			
Aroma			
Sabor			
Untuosidade			

OBSERVAÇÕES:

.....

.....

.....

.....

.....

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)