



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

**ANA AUGUSTA ODORISSI XAVIER**

**DESENVOLVIMENTO DE GELÉIA DE CAFÉ  
CONTENDO INGREDIENTES FUNCIONAIS**

---

Londrina  
2008

**ANA AUGUSTA ODORISSI XAVIER**

**DESENVOLVIMENTO DE GELÉIA DE CAFÉ  
CONTENDO INGREDIENTES FUNCIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Yamashita

---

Londrina  
2008

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fábio Yamashita  
Universidade Estadual de Londrina  
Presidente / Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adelaide del Pino Beléia  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Neusa Fátima Seibel  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Londrina, 16 de maio de 2008.

*Aos meus heróis, meus pais Renato e Clarice.  
Por me deixarem como legado os bens mais preciosos:  
o Amor e o Conhecimento.*

*A vocês dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fábio Yamashita, pelo conhecimento transmitido, pela disponibilidade em todos os momentos, mesmo sem hora marcada, pela maneira segura e bem-humorada de orientar. Pelo exemplo de profissional competente e dedicado. Por toda confiança em mim depositada, que me proporcionou liberdade para aprender com meus próprios erros e acertos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marta de Toledo Benassi, pela presença e apoio constantes, pelas muitas palavras de conforto e incentivo, e pelo auxílio na análise sensorial e perfil de textura.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adelaide del Pino Beléia pelas contribuições feitas no exame de qualificação e pelas sugestões na fase inicial do trabalho.

Aos meus pais Renato e Clarice, por se fazerem asas quando eu quis voar e por serem terra firme quando foi de chão que precisei. Pelo exemplo, desde a infância, de luta, perseverança e fé. Por serem meus incentivadores, meus fãs e meus amigos acima de tudo. Essa conquista é nossa.

À minha irmã Renata por me ensinar a ser tolerante e a amar, incondicionalmente. Por me mostrar que na vida cada dia é uma surpresa.

À Caroline, Anelise e Renata, do “quarteto fantástico”, por mesmo de longe me apoiarem, torcerem e vibrarem com meu sucesso, levando adiante nossa irmandade da vida inteira.

À minha amiga Roberta, por ser minha irmã, exemplo e ombro. Obrigada pela gratuidade dos gestos, pela ternura das palavras, pelo prazer da amizade, por me acolher na tua família e no teu coração, por ser parte da família que eu pude escolher. *“Se alguém já lhe deu a mão e não pediu mais nada em troca, pense bem, pois é um dia especial”.*

Ao Alexandre pela amizade sincera, pela cumplicidade, pelo exemplo de caráter e de obstinação. *“As pessoas entram por acaso em nossas vidas, mas não é por acaso que elas permanecem”*.

À Ariane pela companhia diária, por partilhar angústias e anseios, por ser tão compreensiva e especial. À Marciane pelo exemplo de competência, simpatia e sabedoria, e pelo maravilhoso presente que encheu minha casa e meu coração de alegria. Obrigada as duas por comprovarem que nem sempre a primeira impressão é a que fica.

À Joice, talvez a principal responsável pela minha vinda para Londrina. Obrigada pela amizade e apoio desde a iniciação científica. À Luciana Lobato, pela convivência e acolhida em Londrina.

À Caroline Calliari, por todo carinho e boas energias que transmite, por me dar um pouco de “Rio Grande” quando eu precisei, pelos muitos momentos em que nela encontrei uma palavra de acalento e um abraço apertado. À Luciane Yoshiara pela amizade e simpatia, por iluminar os ambientes e os que a rodeiam. Ao Dênis, pessoa agregadora e de grande coração, pela amizade desde as primeiras aulas do mestrado e pela ajuda nas análises de cor.

À Nádia, pela alegria contagiante e pela maravilhosa companhia no laboratório, principalmente durante as infundáveis análises de fibras e à Daryne, pelo bom humor incomparável e parceria em várias caminhadas terapêuticas. As duas, pelo carinho e parceria.

À Josiane Vignoli pelo auxílio nas análises dos antioxidantes, por seu exemplo de profissionalismo e solicitude.

Aos colegas e amigos do DCTA: Luciana Bernd, Fabrício, Michele, Elvis, Luciana Hayashi, Anié, Cleiton, Cristina, Cláudio, Luiz Rodrigo, Daniel, Carolina Bernardi, Cleusa, Cassiana, Amanda. Obrigada por contribuírem, cada um de sua maneira, para o que sou hoje.

Ao Nelson Heitor Fuzinato pelo exemplo de profissional dedicado, pela disponibilidade e auxílio no laboratório.

À Célia Bueno Bicudo e Alessandra Cristina da Silva pelo auxílio nas análises de fibras e por estarem sempre disponíveis frente aos momentos de dúvidas.

À Elza Youssef Youssef pela ajuda valiosa nas análises de textura.

Ao CNPq, pelo auxílio da bolsa de mestrado.

À Plury Química Ltda, Clariant S.A. e Cia. Iguaçu por gentilmente cederem materiais para esta pesquisa.

A Deus, pelo presente da vida, e por me permitir gozar dela com saúde, para que possa sempre lutar e ir atrás de meus ideais.

*“Eu sinto que a estrada me ensina aos pouquinhos  
E sigo sozinho, sem medo de ir  
Vencendo distâncias, cruzando fronteiras  
Encontro nas ânsias razões pra seguir  
Eu trago a esperança estampada na cara  
E guardo as lembranças das coisas que fiz  
Com raça e coragem eu topo a parada  
E agüento o repuxo firmando raiz.  
Tristeza gaúcha que eu trago no peito  
Trançando esta história com fibra e com jeito  
De quem sabe bem levantar quando cai A  
estrada é comprida e andar vale a pena  
Pois quem busca sonhos de alma serena  
Tocando pra frente sabe aonde vai.”*

*(Walther Morais)*

XAVIER, Ana A. O. **Desenvolvimento de geléia de café contendo ingredientes funcionais**. 2008. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina.

## RESUMO

Nos últimos anos tem aumentado o interesse da população sobre os benefícios que uma dieta dita “saudável” pode proporcionar. Devido a isso, cresce o consumo dos chamados alimentos funcionais, definidos como aqueles que, se consumidos juntamente com uma dieta balanceada, além de fornecer os nutrientes básicos, podem reduzir riscos de diversas doenças. Estes alimentos podem ser produzidos por adição de ingredientes funcionais ou ainda a partir de matérias-primas que sejam ricas em substâncias bioativas. Os compostos mais comumente associados à funcionalidade dos alimentos são fitoquímicos, compostos fenólicos e os oligo e polissacarídeos. Alguns polissacarídeos têm a capacidade de incentivar o desenvolvimento da flora benéfica do trato gastrointestinal do homem, causando melhor funcionamento do intestino, e são denominados prebióticos. Os antioxidantes são compostos, na maioria das vezes fenólicos, responsáveis por inibir ou retardar a oxidação lipídica no corpo humano em nível celular. Diversos produtos de origem vegetal, como o café, são ricos em antioxidantes naturais. O trabalho teve por objetivo produzir geléias de café com ingredientes funcionais, como inulina, maçã e o próprio café, através de um planejamento fatorial 2 x 3, com uma variável qualitativa que variou em dois níveis: polpa e suco de maçã, e uma variável quantitativa que variou em três níveis: 0, 4 e 8% de inulina. Foram avaliadas a capacidade antioxidante, de acordo com o método TEAC (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox), e as características sensoriais dos produtos, através de teste de aceitação com escala hedônica híbrida, intenção de compra e escala do ideal. As geléias foram caracterizadas por análises físicas, químicas e tecnológicas. Ocorreram falhas na geleificação das geléias produzidas a partir do suco de maçã e por isso o experimento seguiu apenas com as três amostras formuladas com polpa de maçã (F0 sem inulina; F4 com 4 g inulina/100 g polpa; F8 com 8 g inulina/100 g polpa). As geléias F0 e F4 foram consideradas “fonte” de fibra alimentar, enquanto que a geléia F8 obteve “alto teor” de fibras. Os valores de TEAC para as geléias F0, F4, F8 e comercial foram 171, 192, 129 e 52  $\mu\text{M}$  de equivalente Trolox/g de amostra, respectivamente. No teste de aceitação os provadores atribuíram notas acima de 7, numa escala de 0 a 10, para todas as formulações, e o teor de inulina não influenciou a aceitação do produto. Foi possível desenvolver geléias de café com boa aceitação sensorial e com características de alimento funcional, ou seja, elevados teor de fibras e atividade antioxidante, utilizando maçã e inulina na formulação.

**Palavras-chave:** Alimentos funcionais. Antioxidantes. Fibra alimentar. Inulina. Maçã.

XAVIER, Ana A. O. **Development of coffee jam with functional ingredients.** 2008. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina.

### ABSTRACT

In the last years, the interest about the benefits of a healthy diet has increased and, consequently, the consumption of functional foods, defined as "those foods that encompass potentially healthful products including any modified food or ingredient that may provide a health benefit beyond the traditional nutrients it contains". This foods can be produced both by addition of functional ingredients or from sources rich in bioactive substances. Phytochemicals, phenolic compounds and oligo and polysaccharides are the most important compounds associated with food functionality. Some polysaccharides have capacity to promote the development of the benefic flora in the human gastrointestinal tract, inducing a better intestines function, and they are denominated prebiotics. Antioxidants are compounds, most of them phenolic ones, able to inhibit or to delay lipid oxidation at human body in cellular level. Several vegetal products, such as coffee, are rich in natural antioxidants. The aim of this work was to develop coffee jams with functional ingredients, like inulin, apple and coffee, using factorial experimental design 2 x 3, with a qualitative variable that varied at two levels: apple pulp and apple juice, and a quantitative variable that varied at three levels: 0, 4 and 8% of inulin. Jams were characterized by physical (color, texture), chemical (pH, sugars, fibers) and sensorial analysis (affective testing, purchase intention and just right scale) and antioxidant capacity (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity - TEAC). Due problems with gelation of jams produced with apple juice, the experiment was performed only with three samples formulated with apple pulp (F0 - no inulin, F4 - 4 g inulin/100 g pulp, F8 - 8 g inulin/100 g pulp). F0 and F4 jams were considered "good source" of dietary fiber, while F8 achieved "high content" of dietary fiber. No significant differences were founded among experimental formulations comparing color and texture profile parameters. TEAC values of F0, F4 and F8 and commercial jams were 171, 192, 129 and 52  $\mu\text{M}$  Trolox equivalent/g sample, respectively. The affective testing panelists attributed scores above 7, in a 0 to 10 scale, for all formulations, and the inulin level do not influenced the product acceptability. We developed coffee jams with good sensorial acceptance and with functional food characteristics like high fiber content and high antioxidant capacity using inulin and apple in formulation.

**Keywords:** Functional foods. Antioxidants. Dietary fiber. Inulin. Apple.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura química da inulina.....	20
Figura 2 -	Estrutura química da cafeína, ácido quínico, ácido caféico, trigonelina e ácido clorogênico.....	26
Figura 3 -	Estrutura química da pectina.....	30
Figura 4 -	Freqüência das notas para o atributo “doçura” das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, segundo a escala do ideal....	52
Figura 5 -	Freqüência das notas para o atributo “firmeza” das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, segundo a escala do ideal....	53
Figura 6 -	Freqüência das notas para o atributo “sabor de café” das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, segundo a escala do ideal.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores de ingestão diária recomendada para fibras totais, de acordo com o estágio da vida.....	19
Tabela 2 -	Formulação das geléias de café a partir da polpa e extrato aquoso de maçã e três diferentes teores de inulina, com base em 100 g de matéria-prima.....	33
Tabela 3 -	Composição centesimal das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.....	39
Tabela 4 -	Atividade de água e pH das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.....	42
Tabela 5 -	Açúcares redutores, não-redutores e acidez titulável das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã.....	43
Tabela 6 -	Parâmetros de cor no sistema CIELab das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.....	43
Tabela 7 -	Análise do Perfil de Textura (TPA) das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã.....	45
Tabela 8 -	Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox (TEAC) das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.....	47
Tabela 9 -	Notas atribuídas às geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, através de teste de aceitação com escala hedônica híbrida de 10 pontos.....	50
Tabela 10 -	Intenção de compra das geléias de café formuladas a partir de polpa de maçã.....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Alimentos Funcionais</b> .....	<b>17</b>
3.1.1	Fibras Alimentares.....	18
3.1.2	Antioxidantes.....	21
<b>3.2</b>	<b>Café</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Maçã</b> .....	<b>26</b>
<b>3.4</b>	<b>Geléia</b> .....	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Desenvolvimento das Geléias</b> .....	<b>32</b>
4.1.1	Geléia a partir da polpa.....	32
4.1.2	Geléia a partir do extrato aquoso.....	33
<b>4.2</b>	<b>Análises Físico-químicas</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3</b>	<b>Propriedades Tecnológicas</b> .....	<b>34</b>
4.3.1	Determinação de cor.....	34
4.3.2	Análise do perfil de textura.....	34
<b>4.4</b>	<b>Determinação da atividade antioxidante – Método TEAC</b> .....	<b>35</b>
<b>4.5</b>	<b>Propriedades Sensoriais</b> .....	<b>36</b>
4.5.1	Teste de aceitação.....	36
4.5.2	Escala do ideal ( <i>Just Right Scales</i> ) e intenção de compra.....	37
<b>4.6</b>	<b>Análise Estatística</b> .....	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>5.1</b>	<b>Desenvolvimento das Geléias</b> .....	<b>38</b>
<b>5.2</b>	<b>Caracterização Físico-Química</b> .....	<b>39</b>
<b>5.3</b>	<b>Propriedades Tecnológicas</b> .....	<b>43</b>
5.3.1	Análise de cor.....	43
5.3.2	Análise do Perfil de Textura (TPA).....	44
<b>5.4</b>	<b>Determinação da Atividade Antioxidante</b> .....	<b>46</b>
<b>5.5</b>	<b>Análise Sensorial</b> .....	<b>50</b>

<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXO I. Ficha de avaliação sensorial.....</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXO II. Questionário aplicado aos provadores.....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Tem havido na última década uma maior conscientização da população sobre a importância de hábitos alimentares saudáveis e a sua relação com uma melhor qualidade de vida e diminuição no risco de doenças. Estudos sobre o efeito benéfico de compostos não-nutrientes e o aumento da expectativa de vida vêm estimulando o desenvolvimento e comercialização de novos produtos alimentícios, principalmente os chamados “funcionais”, que são alimentos que além de fornecerem os nutrientes básicos, ainda proporcionam benefício suplementar à saúde humana, melhorando funções fisiológicas ou ainda diminuindo o risco de desenvolvimento de doenças.

As fibras alimentares estão entre a ampla gama de ingredientes utilizados no desenvolvimento de alimentos funcionais, e são classificadas como material não-digerível no nível do trato gastrointestinal humano, geralmente carboidratos. Efeitos como laxação, incentivo ao desenvolvimento da flora benéfica do trato gastrointestinal e redução dos níveis sanguíneos de colesterol e glicose são relacionados ao consumo de fibras.

Da mesma maneira, compostos como carotenóides, ácido ascórbico, tocoferóis, flavonóides e ácidos fenólicos têm sido associados a efeitos benéficos à saúde humana. Estas substâncias, denominadas antioxidantes, exercem função protetora contra processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo humano, e que se acredita estarem envolvidos na etiologia de inúmeras doenças. Produtos de origem vegetal são boas fontes de antioxidantes, e vários estudos têm relacionado o consumo de alimentos ricos em antioxidantes com a diminuição no risco de desenvolvimento de distúrbios como diabetes, arteriosclerose, Alzheimer e câncer. Os antioxidantes naturalmente presentes nos vegetais apresentam-se como uma alternativa para minimizar ou retardar a deterioração oxidativa em alimentos e também elevar seu valor funcional.

O Brasil é o maior produtor mundial de café e os grãos aqui produzidos são exportados para diversos países no mundo inteiro. Além disso, a bebida produzida a partir de seus grãos torrados é bastante difundida e agrada o paladar de grande número de consumidores. O café torrado apresenta em sua composição várias substâncias com atividade biológica como ácidos clorogênicos, cafeína e melanoidinas, os quais têm propriedades antioxidantes estudadas e reconhecidas.

Desta forma, o consumo de produtos feitos a partir do café pode contribuir para a saúde e diminuir o risco de doenças.

## **2 OBJETIVOS**

Desenvolver geléias de café a partir dos ingredientes funcionais café, maçã e inulina; caracterizá-las física e quimicamente em termos de composição centesimal, atividade de água, pH, açúcares redutores e não-redutores e acidez titulável, cor e perfil de textura; determinar atividade antioxidante e verificar a aceitação sensorial.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Alimentos Funcionais

A utilização de produtos naturais de plantas como fonte relevante de agentes profiláticos para prevenção e tratamento de doenças em seres humanos é feita há bastante tempo. Cerca de 2500 anos atrás, Hipócrates, o pai da medicina moderna, já conceituava a relação entre o uso apropriado de alimentos para a saúde e seus benefícios terapêuticos e citou *“deixe o alimento ser o seu remédio”*.

O crescimento da população idosa mundial, em decorrência do aumento na expectativa de vida, converge para uma maior ocorrência e também prevalência de distúrbios crônicos como diabetes, doenças cardiovasculares e câncer, preocupando os governos que são responsáveis por elevados custos para manutenção de sistemas públicos de saúde (KIM; KIM; LEE, 2006; DIPLOCK et al., 1999). Além disso, o conhecimento cada vez mais acessível sobre nutrição e saúde induz os consumidores em geral a uma busca por alimentos mais saudáveis, que proporcionem melhora na qualidade de vida e/ou diminuam o risco de desenvolver doenças (CHO; JENAB, 1999). Estes fatores têm direcionado os cientistas às pesquisas que visam à identificação de compostos fisiologicamente ativos nos alimentos, e cada vez mais a produção científica é dedicada à relação entre alimentação e saúde (KIM; KIM; LEE, 2006).

Juntamente com governos, consumidores e cientistas, a indústria de alimentos também tem dado particular atenção aos possíveis efeitos benéficos trazidos pela alimentação, buscando novas oportunidades de mercado. Os grandes avanços em ciência e tecnologia de alimentos fornecem à indústria métodos sofisticados para modificação da estrutura física e da composição química dos alimentos, aumentando o potencial do mercado dos alimentos chamados “funcionais”, baseado no princípio de agregar valor ao produto devido aos efeitos benéficos que o mesmo poderá proporcionar (DIPLOCK et al., 1999).

A definição de alimentos funcionais e sua distinção dos nutracêuticos (alimentos para fins especiais e medicamentos) motivaram diversas discussões internacionais, especialmente depois do conceito de funcionais ter surgido no Japão nos anos 80. No Brasil, a Portaria nº 398 de 30 de abril de 1999, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde define legalmente alimentos funcionais

como: *“todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica”* (BRASIL, 1999).

Borges (2001 apud ANJO, 2004) afirma que os alimentos funcionais devem exercer um efeito metabólico e fisiológico que contribua para a saúde física e para a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas. Desta forma, devem proporcionar efeitos positivos compondo parte da alimentação usual, e que exerçam tais efeitos mesmo após a suspensão da ingestão; ademais, que não se destinem a tratar ou curar doenças, estando seu papel ligado à redução do risco de contraí-las ou desenvolvê-las. Os principais compostos bioativos presentes nos alimentos e que são responsáveis por suas características funcionais são fitoquímicos, terpenóides, compostos nitrogenados, metabólitos fenólicos, ácidos graxos, oligo e polissacarídeos.

### 3.1.1 Fibras Alimentares

As fibras alimentares não constituem um grupo químico definido, mas são combinações de substâncias quimicamente heterogêneas tais como celuloses, hemiceluloses, pectinas, ligninas, gomas e polissacarídeos de algas marinhas e bactérias (CHO; DEVRIES; PROSKY, 1997). Segundo a legislação brasileira *fibra alimentar é qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano* (BRASIL, 2003). A *American Association of Cereal Chemists* (AACC), em 1º de junho de 2000, elaborou uma definição mais completa: *“fibra alimentar é a parte remanescente da porção comestível de plantas ou de carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. As fibras alimentares promovem, no ser humano, efeitos benéficos como os laxativos e a atenuação do colesterol e glicose sanguíneos”*.

Sabe-se que nem todas as fibras atuam da mesma maneira no organismo humano, e quanto a isso existe uma divisão que distingue as fibras em dois grupos: insolúveis e solúveis. Essa distinção é feita com base na solubilidade da fibra em solução enzimática de pH controlado, como acontece no sistema alimentar do homem. As fibras insolúveis consistem principalmente em componentes

da parede celular vegetal, como celulose, lignina e hemicelulose. Elas atuam de forma mecânica durante o trânsito intestinal e podem reduzir o risco de câncer cólon-retal. Compõem a fração de fibra solúvel polissacarídeos não-celulósicos como pectina, gomas, mucilagens e frutooligossacarídeos. Existem evidências de que o consumo deste tipo de fibra, aliado a uma dieta pobre de gordura pode auxiliar na diminuição do colesterol em indivíduos hipercolesterolêmicos. Além disso, pode ajudar no controle do nível de glicose sanguínea em pacientes com diabetes melitus (DREHER, 1999).

Considerando que o papel das fibras na prevenção e tratamento de várias enfermidades foi citado em diversos trabalhos (PETERS et al., 2003; LIU et al., 2002; GUILLON; CHAMP, 2000), sua adição em produtos alimentícios está se difundindo com muita rapidez. Diferentes tipos de fibras, tais como as provenientes de pêra, borra de café, maçã, soja e frutas cítricas, bem como frutooligossacarídeos, a inulina e algumas gomas, são atualmente incorporados aos alimentos por suas características nutricionais, ou ainda por suas propriedades funcionais e tecnológicas como geleificantes, espessantes, substitutos de gordura (ARAGON-ALEGRO et al., 2007; AZEVEDO, 2007; MENDOZA et al., 2001).

As recomendações de ingestão diária de fibras geralmente são feitas de acordo com a faixa etária do indivíduo, como a tabela do Food and Nutrition Board (*apud* SLAVIN, 2003; Tabela 1).

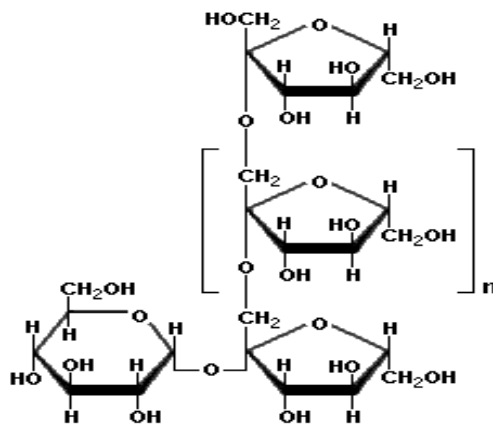
**Tabela 1.** Valores de ingestão diária recomendada para fibras totais, de acordo com o estágio da vida.

Estágio da vida	Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Fibras Totais (g/dia)	
	HOMENS	MULHERES
1 – 3 anos	19	19
4 – 8 anos	25	25
9 – 13 anos	31	26
14 – 18 anos	38	26
19 – 30 anos	38	25
31 – 50 anos	38	25
51 – 70 anos	30	21
Acima de 70 anos	30	21
Gravidez	-	28
Lactação	-	29

Fonte: SLAVIN, 2003.

De outra maneira, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) utiliza como base a ingestão diária de calorias, e preconiza o valor de 25 g de fibra alimentar em uma dieta de 2000 kcal (BRASIL, 2003).

A inulina é um carboidrato de reserva de energia encontrado em várias frutas, hortaliças e cereais, como a raiz de chicória e a alcachofra (COUSSEMENT, 1999), e também em outros alimentos comumente encontrados na dieta como cebolas, bananas, trigo e alho (RASCHKA; DANIEL, 2005). Quimicamente consiste de uma cadeia de 2 a 60 moléculas de frutose unidas por ligações  $\beta(1-2)$ , com uma molécula de glicose terminal unida por ligação  $\alpha(1-2)$  (Figura 1). Seu peso molecular e grau de polimerização variam e dependem da fonte utilizada para extração (KIM; FAQIH; WANG, 2001). Industrialmente pode ser produzida a partir da raiz de chicória (contém em torno de 16% de inulina, base seca), utilizando processo de extração a altas temperaturas, seguida por processo de troca iônica (DYSSELEER; HOFFEM, 1995).



Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2008.

**FIGURA 1.** Estrutura química da inulina.

A inulina é considerada um carboidrato não-digerível, pois sua estrutura não é hidrolisada a monossacarídeos no trato intestinal superior e, conseqüentemente, não eleva os níveis glicêmicos do sangue, possibilitando seu uso em produtos para fins especiais, como produtos para diabéticos. É uma fibra alimentar que possui atividade prebiótica, e por isso exerce efeito benéfico ao homem através da estimulação seletiva do crescimento e ativação do metabolismo

de um número limitado de bactérias promotoras da saúde do intestino, melhorando o equilíbrio intestinal (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

### 3.1.2 Antioxidantes

A formação de vários radicais livres é um processo comum em sistemas biológicos e alimentares. Ao nível celular, o metabolismo normal do oxigênio leva a produção de radicais livres, que são eliminados eficientemente por mecanismos de defesa celular. Entretanto, o sistema biológico está freqüentemente sujeito a situações pró-oxidantes, onde a concentração celular de uma espécie ativada de oxigênio é aumentada ou por superprodução, devido a vários agentes causadores, ou por deficiência nos mecanismos de controle. As formas ativadas de oxigênio produzidas são superóxidos, radicais hidroperóxil, oxigênio singleto, radicais hidroxil e peróxido de hidrogênio. Estados pró-oxidantes são induzidos nos sistemas biológicos por diversos agentes como tensão hiperbárica de oxigênio, radiação, metais de transição, ferro e cobre e metabólitos xenobióticos. A iniciação da oxidação lipídica nas membranas e na matriz citoplasmática é uma das principais reações destas formas de oxigênio, e que leva a degeneração celular, alterações cromossômicas, mutações e citotoxicidade. As implicações para a saúde dos produtos da oxidação lipídica biológica e nos alimentos têm atraído a atenção de cientistas de alimentos, bioquímicos e profissionais da área da saúde, por estarem provavelmente envolvidos na etiologia de inúmeros distúrbios como câncer, envelhecimento, Alzheimer, aterosclerose, isquemia e artrite reumatóide (POLI; BIASI; LEONARDUZZI, 2008; SMITH; CAPPAL; BARNHAM, 2007; SHISHEBOR et al., 2006; SPITELLER, 2001; JIRA; SPITELLER; RICHTER, 1997; JADHAV et al., 1996). Logo, o estudo de compostos que evitem ou retardem a produção destas formas reativas do oxigênio é de grande valia, do ponto de vista biológico e de saúde, e ainda no que se refere à conservação de alimentos.

Antioxidantes são compostos químicos capazes de doar átomos de hidrogênio, reduzindo os radicais livres a espécies químicas não-radicalares e convertendo-se a radicais antioxidantes oxidados. A estrutura molecular destes compostos é tão apropriada que não apenas doa um átomo de hidrogênio, mas também forma um radical com baixa reatividade e sem possibilidade de reação com lipídios. Os antioxidantes podem ser de dois tipos: primários ou rompedores de

cadeia e secundários ou preventivos. Os antioxidantes primários podem reagir com radicais peróxil antes que estes reajam com moléculas de lipídios insaturadas e os convertam em produtos mais estáveis. Os antioxidantes secundários são compostos que retardam a taxa de iniciação da oxidação por vários outros mecanismos, exceto o utilizado pelos antioxidantes primários. Os antioxidantes secundários reduzem a taxa de auto-oxidação dos lipídios por processos como ligação com íons metálicos, absorvendo oxigênio, decompondo hidroperóxidos a produtos não-radicalares, absorvendo radiação ultravioleta e desativando o oxigênio singlete. Além desta classificação, os compostos antioxidantes ainda podem ser divididos em sintéticos, compostos sintetizados industrialmente e adicionados em alimentos, geralmente compostos fenólicos; ou ainda antioxidantes naturais, provenientes de fontes naturais, compreendendo uma ampla gama de compostos (JADHAV et al., 1996).

Os métodos usados para determinar a atividade antioxidante de alimentos e sistemas biológicos têm envolvido desde ensaios químicos com substratos lipídicos até métodos mais complexos que medem a capacidade antioxidante total em fluidos e amostras biológicas (SÁNCHEZ-MORENO; LARRAURI, 1998). A complexidade experimental e as limitações de monitorar diretamente a inibição da reação de auto-oxidação dos lipídios têm levado ao desenvolvimento de métodos mais convenientes para determinação da capacidade antioxidante de uma amostra. Vários métodos colorimétricos e fluorimétricos aplicam uma reação com radical, mas sem o passo de propagação da cadeia, que é essencial na auto-oxidação lipídica. O antioxidante adicionado compete com o substrato pelos radicais e inibe ou retarda a oxidação deste substrato. Entre os ensaios com estas características estão o TRAP (*Total Radical Trapping Antioxidant Parameter*), ORAC (*Oxygen-Radical Antioxidant Capacity*) e o ensaio de branqueamento da crocina. Ensaios que são baseados na transferência de elétrons incluem TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*), FRAP (*Ferric Ion Reducing Antioxidant Power*), DMPD (*N,N-dimethyl-p-phenylenediamine*), DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Scavenging Capacity Assay*) e o método de capacidade de redução do cobre (Cu II). Estes ensaios envolvem dois componentes na reação, o antioxidante e o oxidante (substrato), e são baseados na seguinte reação de transferência de elétrons:

**Substrato (oxidante) + e<sup>-</sup> (do antioxidante) → substrato reduzido + antioxidante oxidado**

O substrato é o próprio oxidante e este absorve um elétron do antioxidante, causando mudanças de cor. O grau de mudança na coloração é proporcional à concentração do antioxidante. O ponto final da reação é alcançado quando a mudança na cor cessa (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Recentemente, frutas e hortaliças têm sido estudadas como fonte de substâncias biologicamente ativas - compostos fenólicos, tióis, carotenóides e tocoferóis – em razão de suas propriedades antioxidantes, anticarcinogênicas e antimutagênicas (SEERAM et al., 2005; STAHL; SIES, 2005; DILLARD; GERMAN, 2000). Graças a estas propriedades, um aumento no consumo de frutas e hortaliças tem sido indicado (SHUI; LEONG, 2006). Devido ao seu valor nutricional, costuma-se recomendar o consumo de frutas e hortaliças frescas. Entretanto, com o propósito de facilitar o transporte, aumentar a vida de prateleira e agregar valor ao produto, freqüentemente elas são transformadas em produtos como sucos, purês, geléias e extratos e que, desde que processados de maneira adequada para que sejam mantidos níveis significativos de fitoquímicos, também são recomendados.

### 3.2 Café

O cultivo de café no Brasil integra importante complexo agroindustrial-exportador, o que faz com que o país seja o maior produtor e exportador mundial, com uma produção estimada de 2,2 milhões de toneladas de café beneficiado em 2007 e a expectativa de aproximadamente 2,66 milhões de toneladas para a safra de 2008 (IBGE, 2008). Apenas o estado do Paraná é responsável por mais de 40% das exportações do café solúvel brasileiro, através das duas maiores indústrias de café solúvel, e possui 122 indústrias de torrefação e moagem para atender o consumo interno (COFFEE BREAK, 2007). Geralmente o café é consumido como bebida e tem como formas convencionais de industrialização o café granulado, em pó, aglomerado, liofilizado adicionado de leite em pó, ou ainda como *capuccinos*.

O café pertence ao gênero *Coffea* da Família Rubiaceae e dentre as várias espécies cultivadas, duas possuem maior importância econômica no mercado mundial: arábica (*Coffea arabica*) e robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*), sendo a primeira mais valorizada por seu perfil de aroma e sabor (PARRAS et al., 2006). Sua composição química pode variar entre espécies, e ocorre variação também

quando comparados os grãos verdes e após a torra. A cafeína possui relativa estabilidade a torra, mesmo com emprego de altas temperaturas (200–230°C) (MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000). Por outro lado, os ácidos clorogênicos são mais sensíveis à ação do calor, reduzindo seus níveis de 50 a 90%.

Apesar do consumo de café pelo homem vir de longa data, vários estudos envolvendo este produto estão relacionados aos seus efeitos adversos à saúde. Hipertensão, distúrbios degenerativos, câncer, doenças cardiovasculares e osteoporose são exemplos de doenças atribuídas ao consumo de café. Entretanto, inúmeras pesquisas acerca desta relação apresentam resultados contraditórios. Autores como Urgert et al. (1995), De Roos et al. (1999), Roales-Nieto et al. (2004) e Boekschoten et al. (2005) afirmam que o consumo de café aumenta o nível sangüíneo de colesterol total em cerca de 10%, o que acarreta danos à saúde, e atribuíram este efeito a compostos diterpênicos (cafestol e caveol). Em contrapartida, Cavin et al. (2002) e Lee, Choi e Jeong (2007) afirmam que os mesmos cafestol e caveol possuem atividade anticarcinogênica e ação protetora contra danos hepáticos induzidos em ratos, respectivamente. Da mesma maneira, Checkoway et al. (2002) e Mikuls et al. (2002) não encontraram relação entre ingestão de café e ocorrência de distúrbios degenerativos, assim como Varnam, Jane e Sutherland (1997 apud SÁNCHEZ-GONZÁLEZ; JIMÉNEZ-ESCRIG; SAURACALIXTO, 2005) que relataram que não há relação significativa entre consumo de café e incidência de câncer. Embora ainda existam controvérsias, atualmente a literatura científica tem descrito os possíveis efeitos benéficos do café e seus constituintes.

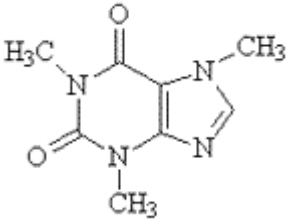
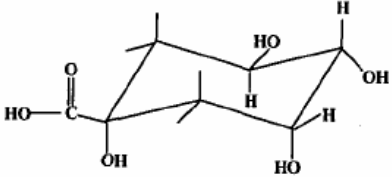
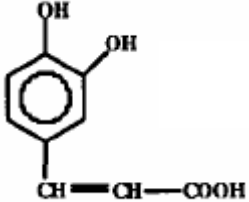
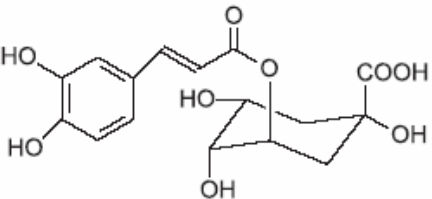
As propriedades antioxidantes do café são conhecidas e estudadas (CASTILLO; AMES; GORDON, 2002; NATELLA et al., 2002; CHARURIN; AMES; DEL CASTILLO, 2002; YANAGIMOTO et al., 2002). Essas propriedades têm papel importante na prevenção de doenças como diabetes, arteriosclerose, distúrbios neurodegenerativos e câncer. As fontes desta atividade são principalmente os ácidos clorogênicos, ácido ferúlico, cumárico e caféico e também estruturas polifenólicas que são formadas devido à reação de escurecimento não-enzimático ocorrida durante o processo de torra dos grãos (ANDUEZA; CID; NICOLI, 2003). Os ácidos clorogênicos pertencem à família de compostos de ésteres, formados principalmente pelo ácido quínico juntamente com alguns ácidos cinâmicos como o caféico, ferúlico ou cumárico. Durante o processo de torra esses compostos são

intensamente degradados, dando origem a pigmentos e compostos voláteis do aroma como fenol e vinilguaiacol (MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000).

Além dos ácidos clorogênicos, o ácido caféico (Figura 2) tem se mostrado um forte antioxidante, em estudos realizados *in vitro* (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996). Diversos mecanismos biológicos de prevenção à oxidação têm sido atribuídos a este ácido. Nardini et al. (1998), em um estudo com monócitos humanos, observaram que o ácido caféico aumentou a resistência destas células a determinado *stress* oxidativo, inibindo a peroxidação lipídica.

A cafeína é um alcalóide purínico (1, 3, 7-trimetilxantina) derivado da xantosina (Figura 2). É um metabólito secundário de grande interesse no café, tanto por seu impacto na qualidade da bebida quanto por seus efeitos à saúde (CAMPA et al., 2005). Estudo feito com este composto demonstrou sua atuação como agente protetor de membranas e de danos oxidativos, contribuindo assim para a atividade antioxidante do café (DEVASAGAYAM et al., 1996). Shi e Dalal (1991) observaram que a cafeína apresenta forte poder seqüestrante de radicais hidroxila (reação dose-dependente), sendo esta a provável explicação para as propriedades anticarcinogênicas da cafeína e seus análogos. Além disso, ainda exerce efeitos já comprovados, como estimulação do sistema nervoso central, diminuição do sono e estimulação do músculo cardíaco.

De acordo com Menezes (1994), na torra do café, os compostos fenólicos são gradualmente decompostos resultando na formação de voláteis do aroma, melanoidinas e liberação de CO<sub>2</sub>. A estrutura molecular das melanoidinas é pouco conhecida, sendo genericamente denominadas como compostos de alto peso molecular, marrons, solúveis em água e que contém nitrogênio. Representam cerca de 25% da matéria seca do café torrado, e autores como Rajalakshmi e Narasimhan (1996) e Nicoli et al. (1997) sugerem que elas também tem grande responsabilidade na capacidade antioxidante e habilidade quelante de metais demonstrada pelo café.

COMPOSTO	FÓRMULA MOLECULAR	ESTRUTURA
Cafeína <sup>a</sup>	$C_8H_{10}N_4O_2$	
Ácido quínico <sup>a</sup>	$C_7H_{12}O_6$	
Ácido caféico <sup>a</sup>	$C_9H_{14}O_4$	
Ácido clorogênico <sup>b</sup>	$C_{16}H_{18}O_9$	

Fonte: <sup>a</sup> MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000; <sup>b</sup> FARAH; DONANGELO, 2006.

**FIGURA 2.** Estrutura química da cafeína, ácido quínico, ácido caféico, trigonelina e ácido clorogênico.

### 3.3 Maçã

A maçã pertence à família Rosaceae, gênero *Malus* sendo as espécies *Malus domestica* e *Malus sieversii* as mais cultivadas. É uma fruta que constitui parte importante na dieta humana, sendo fonte de monossacarídeos, minerais, pectina, fibra alimentar e diversas substâncias biologicamente ativas, como a vitamina C e compostos fenólicos, que são conhecidos por atuarem como antioxidantes naturais (WU et al., 2007).

O Brasil é um grande produtor e exportador de maçãs, com a região Sul do país concentrando quase a totalidade desta produção (MOURA et al., 2007). As cultivares *Gala* e *Fuji* são as de maior destaque, equivalendo a 46 e 45% da safra nacional, respectivamente (JANZANTTI; FRANCO; WOSIACKI, 2003). De acordo com Brackmann, Hunsche e Steffens (2000), a maçã Fuji possui grande mercado por ser uma fruta saborosa, de polpa crocante e suculenta, ser amplamente aceita pelo consumidor e oferecer bom potencial de armazenamento.

Aproximadamente 15% da safra de maçã é destinada à fabricação de suco, manufatura que gera como subproduto o bagaço de maçã, utilizado como fonte de pectina, fibra alimentar e compostos antioxidantes e também para alimentação animal. Como a polpa da maçã é rica em pectina, com conteúdo de 13 a 39% (b. s.), estudos têm sido desenvolvidos utilizando maçãs inteiras, polpa ou ainda bagaço de maçã para produção de geléias. Mendonça, Rodrigues e Zambiasi (2000) desenvolveram geleadas de maçã da cultivar *Fuji* com diferentes concentrações de açúcar mascavo e observaram que as amostras preparadas com teores mais elevados de açúcar mascavo (35, 50 e 65%) foram sensorialmente mais aceitas do que a que continha menor quantidade de açúcar (20%). O bagaço de maçã (cultivares *Gala*, *Braeburn*, *Golden Delicious* e *Granny Smith*) remanescente da indústria de sucos foi utilizado por Royer et al. (2006) para produção de geléias de marmelo (*Cydonia oblonga*). A geléia com maior concentração de marmelo (28,5 g/100 g) e menor concentração de açúcar (43 g/100 g) foi eleita a melhor formulação do ponto de vista sensorial. Além disso, a análise de variância demonstrou efeito significativo positivo da adição do marmelo à geléia.

### 3.4 Geléia

A Resolução RDC n° 272 da ANVISA, de 22 de setembro de 2005 define produtos de frutas como: “*produtos elaborados a partir de fruta(s), inteira(s) ou em parte(s) e/ou semente(s), obtidos por secagem e/ou desidratação e ou laminação e ou cocção e/ou fermentação e/ou concentração e/ou congelamento e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos; podem ser apresentados com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria e ou outro ingrediente desde que não*

*descaracterize o produto; podem ser recobertos*” (BRASIL, 2005). São classificados como produtos de frutas as frutas em calda, frutas cristalizadas e glaceadas, geléias e doces em massa.

Segundo a Resolução Normativa nº 15 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1978), geléia de frutas é *“o produto preparado com frutas e/ou sucos ou extratos aquosos das mesmas, podendo apresentar frutas inteiras, partes e/ou pedaços sob variadas formas, devendo tais ingredientes serem misturados com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ácidos e outros ingredientes permitidos por estas normas; tal que a mistura será convenientemente processada até uma consistência semi-sólida adequada e, finalmente, acondicionada de forma a assegurar sua perfeita conservação”*. Esta Resolução classifica os ingredientes de preparação da geléia em dois grupos: os obrigatórios, que são partes comestíveis de frutas frescas, congeladas, desidratadas ou por outros meios preservadas e ainda a sacarose, frutose, glicose, xaropes e açúcar invertido, isoladamente ou em misturas adequadas; e os ingredientes opcionais que são vinagre, suco de limão, suco de lima, mel de abelha, bebidas alcoólicas (limite máximo 1,9% do produto final) ou ainda condimentos e especiarias. As geléias deverão conter no mínimo 33 partes de ingredientes de frutas, por peso, para cada 100 partes do produto final, e o teor de sólidos no produto final não pode ser inferior a 65%. As análises físico-químicas que devem ser realizadas para comprovação das características de identidade e qualidade da geléia são as seguintes: determinação de sólidos solúveis, proporção de frutas utilizadas, umidade, pH e acidez total titulável. Esta Resolução Normativa foi revogada por uma norma mais recente (BRASIL, 2005), que não determina padrões específicos para geléia. Além disso, as geléias devem apresentar pH entre 3 e 4 e acidez entre 0,3 e 0,8% (JACKIX, 1988).

De acordo com JACKIX (1988), geléia é um produto obtido de sucos clarificados de frutas, é clara, brilhante e transparente. Quando retirada do recipiente que a contém, deve tremer, mas não escorrer. Não deve ser açucarada, pegajosa ou viscosa, devendo conservar o gosto e o aroma da fruta original. Deve ser macia ao cortar, porém firme, e permanecer com os ângulos definidos. Tem como ingredientes básicos suco de frutas, pectina, açúcar, água e acidulantes.

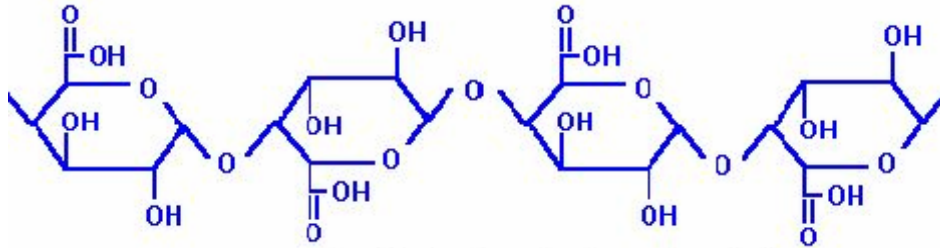
O processo de geleificação ocorrido na geléia ocorre devido à presença de água, açúcar, ácido e pectina, sob certas condições de processamento. O gel de pectina é definido como um intermediário entre o estado sólido e o estado

líquido, consistindo numa rede tridimensional de pectina imobilizando o componente aquoso (OAKENFULL, 1987). Em meio ácido, a pectina está carregada negativamente. A adição de açúcar afeta o equilíbrio pectina/água, desestabilizando conglomerados de pectina e formando uma rede de fibras que compõe o gel. A densidade e continuidade dessa rede são afetadas pelo teor de pectina, enquanto que a rigidez da estrutura é afetada pela concentração do açúcar e acidez. Isto é, quanto maior a concentração de açúcar menor será a quantidade de água que a estrutura do gel suportará. Em relação ao pH, a acidez muito elevada afeta a elasticidade, deixando a rede muito dura. A rede do gel se forma ao redor do pH 3, sendo que em pH superior a 3,4 não ocorre geleificação. A concentração ideal de açúcar é de aproximadamente 67,5%, porém pode-se fazer geléia com alto teor de pectina e ácido com menos de 60% de açúcar. A quantidade de pectina depende de sua qualidade, mas geralmente 1% é suficiente para obtenção de uma geléia firme (JACKIX, 1988).

A pectina é um polissacarídeo da parede celular de plantas que consiste de uma cadeia linear composta de resíduos de ácido D-galacturônico unidos via ligação glicosídica  $\alpha(1-4)$  (Figura 3). Como um polímero de cadeia longa, o peso molecular da pectina pode variar amplamente, dependendo da fonte e método de extração. Os resíduos de ácido galacturônico de sua cadeia são esterificados em vários graus, usualmente com metanol; para referir-se a este grau de metoxilação utiliza-se a sigla DE (*degree of esterification*) ou teor de metoxilas. Em pectinas intrateciduals inalteradas têm-se DE de aproximadamente 83%, mas este valor é alterado pela extração e processamento, sendo que pectinas comerciais têm DE que varia de 20 a 70% (BAKER et al., 2005).

O grau de esterificação da pectina é o principal fator que influencia no processo de formação do gel pectínico. As pectinas podem ser modificadas quimicamente para produzir níveis contínuos de esterificação, desde 0% (ácido péctico) até quase 100%. O limite superior de esterificação em pectinas comerciais é determinado pelo teor de esterificação da pectina naturalmente presente no material utilizado como fonte. A funcionalidade da pectina é alterada por mudanças no DE, e uma ampla distinção é feita entre pectinas de alto teor de metoxilação – ATM (DE de 55 a 80%) e de baixo teor de metoxilação – BTM (DE menores que 50%). As pectinas comerciais BTM usualmente têm valores de DE no intervalo de 20 a 50%,

pois pectinas com DE excessivamente baixos podem precipitar no gel (BAKER et al., 2005).



Fonte: FOOD-INFO, 2008.

**FIGURA 3.** Estrutura química da pectina.

As pectinas ATM formam gel apenas em condições ácidas e quando a concentração de açúcar (sacarose) é de, no mínimo, 55% (OAKENFULL; SCOTT, 1984). O pH baixo suprime a dissociação dos grupos carboxílicos livres, reduzindo sua repulsão eletrostática, enquanto os açúcares estabilizam as interações hidrofóbicas entre os grupos metil éster. As pectinas BTM também têm habilidade de formar gel, mas por um mecanismo diferente das pectinas ATM. Elas não necessitam de altos teores de açúcar nem baixos valores de pH, mas formam gel na presença de cátions divalentes como o cálcio. Tais cátions formam associações entre seqüências de espécies carregadas em cadeias adjacentes. A habilidade de formação de gel das pectinas BTM em baixa concentração de açúcar permite a produção de geléias dietéticas, enquanto que a capacidade de formação de gel com cálcio a pHs elevados possibilita a geleificação em alimentos sensíveis ao ácido como, por exemplo, o leite (BAKER et al., 2005).

A água, pH e co-solutos como o açúcar influenciam nas forças intermoleculares, contribuindo para a estrutura do gel; inversamente, a estrutura do gel previne a separação da fase aquosa. Em soluções de pectina de alto grau de metoxilação a formação de gel ocorre via ligações não-covalentes entre cadeias de polímeros adjacentes, com pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas entre cadeias justapostas contribuindo para a formação de zonas de junção. Embora as pontes de hidrogênio na pectina de alta metoxilação (70% DE) contribuam aproximadamente com o dobro de ligações quando comparadas às interações hidrofóbicas, elas somente são insuficientes para iniciar a formação do gel. Portanto,

as interações hidrofóbicas entre grupos metil-éster adjacentes, que é aumentada pela presença de co-solutos como a sacarose, é essencial para a formação de gel (BAKER et al., 2005).

Dados referentes à geléia produzida a partir de café liofilizado não foram encontrados na literatura. No entanto, Díaz-Casas e Castaño-Castrillón (2002) desenvolveram geléias a partir de extrato de café, variando o tipo de ácido e de extrato de café utilizados. Foi verificado que, ao contrário do ácido cítrico e tartárico, o ácido ascórbico não proporcionou formação de gel. A formulação que apresentou melhores características sensoriais e consistência de gel foi a produzida com ácido cítrico e extrato de café descafeinado.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Desenvolvimento das Geléias

Para confecção das geléias foram utilizados café solúvel liofilizado (cedido pela Cia. Café Iguaçu), pectina cítrica GENU<sup>□</sup> ATM 105 (DE = 67 – 73%, cedida pela Plury Química Ltda), inulina Beneo<sup>□</sup> Raftiline HSI (grau de pureza  $\geq$  86%, cedida pela Clariant S.A.), maçãs da cultivar Fuji e sacarose comercial (99,6% de pureza) adquiridas no comércio local, e solução de ácido fosfórico 50% p.a. Foi utilizada uma amostra comercial de geléia de café (marca Neubern<sup>□</sup>, sem conservantes) para comparação com os tratamentos.

O experimento foi baseado em um planejamento fatorial 2 x 3, sendo uma variável qualitativa e outra quantitativa. A variável qualitativa foi a matéria-prima da geléia, que variou em dois níveis: polpa ou extrato aquoso da maçã e a variável quantitativa foi o teor de inulina adicionado à geléia e variou em três níveis: 0, 4 e 8 g/100 g massa de polpa ou extrato aquoso.

A obtenção da base de maçã ocorreu da seguinte forma: as frutas foram lavadas, cortadas em cubos de aproximadamente 2 cm de aresta, adicionadas de água (1,5 vezes a massa de fruta utilizada) e levadas à cocção por 20 minutos. Na seqüência, os pedaços de maçã foram passados em peneira com granulometria de 30 mesh, onde ficou retida a polpa (massa de fruta), e o extrato aquoso foi recuperado em outro recipiente. A formulação das geléias é apresentada na Tabela 2.

#### 4.1.1 Geléia a partir da polpa

A polpa da maçã foi levada à cocção juntamente com a sacarose, sob agitação constante. Quando atingido o teor de sólidos solúveis igual a 60°Brix (verificado com auxílio de refratômetro ótico de bancada Carl Zeiss modelo Abbe, Alemanha), adicionou-se a inulina e o café solúvel, previamente dissolvido em água a 80°C (q.s.p. formar uma solução de café a 95% m/v). Para adição na geléia a inulina foi preparada numa solução 40% em água. O ponto final foi dado quando a

geléia atingiu 67°Brix. O envase foi feito em frascos de vidro de 230 mL com tampa de rosca, depois do resfriamento da geléia até 65°C.

#### 4.1.2 Geléia a partir do extrato aquoso

O extrato aquoso de maçã foi adicionado de sacarose, sendo que 2,5% (m/m) da sacarose foram separados para pré-mix com a pectina, visando facilitar a dispersão da mesma, sob agitação constante. Quando foi atingido um teor de sólidos solúveis de aproximadamente 60°Brix, acrescentou-se a pectina, previamente misturada com sacarose, e a inulina. Para adição na geléia a inulina foi preparada numa solução 40% (m/m) em água. Após homogeneização da mistura adicionou-se o café solúvel dissolvido em água a 80°C (q.s.p. formar uma solução de café a 95% m/v). Quando o teor de sólidos solúveis alcançou valor de 67°Brix deu-se o ponto final da geléia. Posteriormente a geléia foi acidificada até pH entre 3,2 e 3,5 com solução de ácido fosfórico 50%, para adequada formação do gel de pectina. A geléia foi resfriada até 65°C e envasada em frascos de vidro com tampa de rosca.

**Tabela 2.** Formulação das geléias de café a partir da polpa e extrato aquoso de maçã e três diferentes teores de inulina, com base em 100 g de matéria-prima.

Teor de inulina (%)	Matéria-prima	
	Polpa	Extrato aquoso
0	100 g polpa 75 g sacarose 4,75 g café solúvel liofilizado	100 g extrato aquoso 75 g sacarose 4,75 g café solúvel liofilizado 0,7 g pectina ATM
4	100 g polpa 75 g sacarose 4,75 g café solúvel liofilizado 4 g inulina	100 g extrato aquoso 75 g sacarose 4,75 g café solúvel liofilizado 0,7 g pectina 4 g inulina
8	100 g polpa 75 g sacarose 4,75 g café solúvel liofilizado 8 g inulina	100 g extrato aquoso 75 g sacarose 4,75 g café solúvel liofilizado 0,7 g pectina 8 g inulina

## 4.2 Análises Físico-químicas

As análises de composição centesimal (umidade, proteínas, resíduo mineral, lipídios) e sólidos solúveis, açúcares redutores e não-redutores e acidez titulável seguiram as técnicas descritas pela “*Association of Official Analytical Chemists*” (AOAC, 1990), e os carboidratos foram determinados por diferença. A determinação de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel foi feita de acordo com o método enzimático-gravimétrico tampão MES-TRIS n° 991.43 (LEE; PROSKY; DEVRIES, 1992). As medidas de pH foram realizadas em pHmetro digital modelo PG 2000 (marca GEHAKA, Brasil,) e a atividade de água foi determinada através do aparelho AquaLab modelo CX-2 (Decagon Devices, Inc., EUA).

## 4.3 Propriedades Tecnológicas

### 4.3.1 Determinação de cor

A determinação de cor no sistema CIELAB foi realizada em colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão), empregando iluminante CIE D65 (luz natural do dia), com iluminação difusa e observador em ângulo de 0°. Os resultados foram expressos em valores de L\* (luminosidade), a\* (negativo = verde, positivo = vermelho) e b\* (positivo = amarelo, negativo = azul).

### 4.3.2 Análise do perfil de textura

A análise do perfil de textura foi realizada por texturômetro TA-XT2i (Stable Micro System, Inglaterra) e o registro feito através do Software XTRAD. Para os testes as geléias foram acondicionadas em frascos cilíndricos de 30 mm de diâmetro e altura de geléia dentro do frasco de 40 mm. Os parâmetros de textura do gel foram obtidos a partir de curvas de força x tempo e área dos gráficos. As condições do teste foram as seguintes: corpo de prova cilíndrico de 12 mm de diâmetro (P 0.5), velocidade pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm/s, 2 ciclos de penetração com distância de 6 mm e intervalo de 0,5 s entre as penetrações e força do *trigger* de 0,1 N. (modificação de GASPAR; LAUREANO; SOUSA, 1998).

#### 4.4 Determinação da atividade antioxidante – Método TEAC

A atividade antioxidante das formulações foi realizada pelo método TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*), de acordo com o descrito por Sánchez-González, Jiménez-Escrig e Saura-Calixto (2005). Este teste verificou a capacidade total de absorção de radicais baseado na habilidade de um composto de absorver o radical gerado pelo 2,2'-azobis-3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico estável (ABTS<sup>•+</sup>) em 6 minutos. Através da reação entre 7 mM de ABTS e 2,45 mM de persulfato de potássio em água foi gerado o radical ABTS<sup>•+</sup>, solução de coloração verde-azulada que foi estocada no escuro por 12-16 horas antes do uso. Esta solução concentrada de ABTS<sup>•+</sup> foi diluída com tampão fosfato salino (PBS) de pH 7,4 até uma absorbância de  $0,70 \pm 0,02$  a 730 nm (solução de concentração aproximada de 47  $\mu\text{M}$ ). Como antioxidante padrão utilizou-se o Trolox<sup>□</sup> (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácido carboxílico), um análogo da vitamina E, cujas soluções foram preparadas em etanol nas concentrações de 1, 2, 3, 5 e 8 mM. Para preparo da curva padrão foram adicionados no tubo de reação 4000  $\mu\text{L}$  da solução diluída de ABTS<sup>•+</sup> e 10  $\mu\text{L}$  das soluções padrão de Trolox<sup>□</sup> (as concentrações finais no tubo foram de 2,5, 5, 7,5, 12,5 e 20  $\mu\text{M}$ ), e a absorbância foi medida a 730 nm após 6 minutos de reação. Procedeu-se a análise nas amostras de geléia da mesma forma como realizado para a curva padrão de Trolox<sup>□</sup>, utilizando soluções 10% (m/v) de geléia em água destilada, que foram preparadas através de homogeneização com mixer Wallita e filtração em papel filtro qualitativo. Juntamente com as amostras foi preparado um controle positivo contendo 4000  $\mu\text{L}$  de solução ABTS<sup>•+</sup> e 10  $\mu\text{L}$  de água destilada. Os valores de absorbância da curva padrão Trolox<sup>□</sup> foram plotados em gráficos % inibição da atividade do radical ABTS<sup>•+</sup> (IA) x concentração de Trolox ( $\mu\text{M}$ ). O cálculo para % IA foi o seguinte:

$$\text{IA (\%)} = 100 - (\text{Abs}_{\text{amostra}} / \text{Abs}_{\text{controle}}) \times 100$$

Onde:

IA = Inibição da atividade do radical ABTS

$Abs_{amostra}$  = absorbância da amostra

$Abs_{controle}$  = absorbância do controle

O valor de TEAC para as amostras foi obtido pela comparação com a curva padrão, e os resultados expressos em  $\mu\text{M TE (Trolox Equivalent)/g}$  amostra.

## 4.5 Propriedades Sensoriais

As formulações de geléia de café foram avaliadas sensorialmente através de teste de aceitação, escala do ideal e intenção de compra (VILLANUEVA; PETENATE; DA SILVA, 2005; LAWLESS; HEYMANN, 1998). As amostras foram dispostas em pratos brancos descartáveis, apresentadas utilizando biscoito do tipo *cream cracker* como base e servidas aos provadores de forma monádica, codificadas com números aleatórios de três dígitos. Foram utilizados 60 provadores não-treinados, e os testes foram realizados em cabines individuais, com uso de lâmpada fluorescente branca, nas dependências do Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA – UEL). Os provadores receberam um questionário no qual foram solicitados a responder se gostavam ou não de geléias em geral, se tinham o hábito de consumir este produto e com que frequência, se apreciavam o sabor de café e também se já conheciam algum produto semelhante ao apresentado, a fim de identificar a familiaridade dos provadores com esse tipo de produto.

### 4.5.1 Teste de Aceitação

Para avaliar a aceitabilidade sensorial das formulações foi utilizada uma escala hedônica híbrida horizontal de 10 pontos, ancorada com expressões verbais nas extremidades e no centro da escala (0 – desgostei extremamente; 5 – não gostei nem desgostei; 10 – gostei extremamente). Foi solicitado aos provadores que avaliassem as amostras quanto à qualidade sensorial global, e marcassem na escala o valor que correspondesse ao quanto gostaram ou desgostaram de cada amostra.

#### 4.5.2 Escala do Ideal (*Just Right Scales*) e intenção de compra

A escala do ideal foi utilizada para avaliar os parâmetros doçura, firmeza (textura) e sabor de café. Através de uma pequena escala vertical contendo os pontos (+1) mais que o ideal, (0) ideal e (-1) menos que o ideal, os provadores responderam o quão próximo do ideal estavam as amostras, de acordo com os atributos questionados.

Foi também solicitado aos provadores que respondessem quanto à intenção de compra dos produtos apresentados. Para isto, utilizou-se uma escala de intenção de compra de cinco pontos, com expressões verbais: 5 - certamente compraria; 4 – provavelmente compraria; 3 – talvez comprasse/talvez não comprasse; 2 – provavelmente não compraria e 1 – certamente não compraria.

#### 4.6 Análise Estatística

As análises de variância e os testes de comparação de médias entre os tratamentos foram realizados utilizando o módulo ANOVA do programa Statistica 6.0 (STATSOFT, 2001), e fixadas ao nível de significância de 5%. Todas as análises foram feitas em triplicatas.

Os resultados sensoriais obtidos através do teste Escala do Ideal foram analisados através da estimativa percentual da frequência das respostas dos julgadores (NAGATO et al., 2003).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Desenvolvimento das Geléias

O planejamento inicial do experimento previa um total de seis amostras de geléia, três preparadas a partir da polpa de maçã e outras três a partir do extrato aquoso, com variação nos níveis de inulina utilizados. Nos testes preliminares, em pequena escala, as geléias com extrato aquoso de maçã foram produzidas utilizando aproximadamente 300 mL de extrato por teste. Após a cocção do extrato juntamente com sacarose, café solúvel, pectina, inulina e adição de ácido fosfórico o produto resultante foi um gel límpido contínuo, com cor característica de café. Entretanto, durante o processamento destas geléias em uma escala maior, não houve formação do gel e o processo teve como resultado um líquido viscoso. Foi feita uma tentativa de reprocessamento da geléia, adicionando 0,5 g de pectina/100 g de extrato, previamente dissolvida em água. A pectina excedente apenas aumentou a viscosidade do produto, não ocorrendo a formação de gel. Devido a isso, não foi possível realizar as análises físicas, químicas, tecnológicas e sensoriais com estas amostras.

Analisando o mecanismo de formação do gel pectínico, foram levantadas algumas hipóteses para explicar o problema na geleificação. Sabe-se que as duas condições essenciais para uma adequada formação de gel das pectinas ATM são a alta concentração de açúcar (no mínimo 55% e ideal 67,5%) e um pH ácido, com valores entre 3,0 e 3,4 (acima de 3,4 não há formação de gel). Durante o processamento das geléias a concentração de açúcares foi controlada através de refratômetro, sendo que o teor final de sólidos solúveis em todas as geléias produzidas estava entre 67 e 68°Brix. Além disso, ao final da cocção das geléias adicionou-se solução de ácido fosfórico 50% até pH entre 3,0 e 3,2, a fim de favorecer a formação do gel. Desta forma, as condições do meio estavam adequadas para geleificação, não sendo a causa do problema. Também foi considerada a possível ação de pectinases no extrato aquoso, que poderia ter degradado a pectina naturalmente presente na fruta e/ou a pectina adicionada. No entanto, a elevada temperatura (90 – 100°C) utilizada durante a cocção provavelmente inativou as pectinases (MACDONALD; EVANS, 1996).

Visto que as características do processamento nos testes preliminares e durante o preparo das formulações para o experimento foram idênticas, é provável que a falha na formação do gel tenha ocorrido devido à mudança de escala do processo, isto é, mudança nas quantidades de ingredientes e, conseqüentemente, dos tempos de processamento e temperaturas. O experimento então seguiu apenas com as três amostras obtidas da polpa de maçã.

## 5.2 Caracterização físico-química das geléias

Os dados referentes à composição centesimal das geléias elaboradas a partir da polpa de maçã estão apresentados na Tabela 3. Na mesma é possível comparar as formulações experimentais com uma geléia comercial sabor café, adquirida no comércio local, e cujos ingredientes eram suco de maçã, sacarose e extrato de café, de acordo com o rótulo da embalagem.

**Tabela 3.** Composição centesimal das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.

Componente (g/100 g geléia)	Geléia			
	F0	F4	F8	Comercial
Umidade	31,71 ± 1,58 <sup>a</sup>	35,63 ± 0,55 <sup>a</sup>	34,26 ± 1,29 <sup>a</sup>	34,01 ± 2,15 <sup>a</sup>
Proteína	1,01 ± 0,20 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,19 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,55 ± 0,03 <sup>b</sup>
Resíduo mineral	0,33 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,24 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,26 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,07 ± 0,04 <sup>c</sup>
Lipídios	0,07 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>b</sup>
Fibra Alimentar Total	4,50	5,95	11,34	4,06
- Insolúvel	2,56 ± 0,62 <sup>a</sup>	1,84 ± 0,26 <sup>ab</sup>	1,62 ± 0,19 <sup>ab</sup>	0,89 ± 0,19 <sup>b</sup>
- Solúvel	1,94 ± 1,04 <sup>ab</sup>	0,92 ± 0,16 <sup>b</sup>	3,42 ± 0,58 <sup>a</sup>	3,16 ± 0,40 <sup>a</sup>
- Inulina <sup>1</sup>	-	3,15	6,30	-
Carboidratos <sup>2</sup>	62,38	57,15	53,29	62,21
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100

<sup>1</sup> adicionada às formulações, estimado de acordo com o rendimento do processo; <sup>2</sup> calculados por diferença. Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa (teste Tukey, nível de significância 5%).

F0 (formulação sem inulina)

F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)

F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

As três geléias experimentais e a geléia comercial não apresentaram diferenças quanto aos níveis de umidade, que variaram entre 31,71 para a amostra F0 e 35,63 para a amostra F4. O teor de proteína da amostra comercial foi menor (0,55 g/100 g de geléia) que os das formulações experimentais F0 e F4, e igual à F8. A formulação F0 demonstrou o maior teor de proteínas (1,01 g/100 g de geléia). Frutas e seus produtos derivados, como é o caso da geléia, possuem baixos teores de proteína (em torno de 1%), sendo fonte principalmente de carboidratos (KADER; BARRETT, 2005), o que está de acordo com os resultados obtidos.

Da mesma maneira, os níveis de cinzas e lipídios encontrados nas geléias também foram baixos. A formulação F0 apresentou a maior concentração de cinzas (0,33 g/100 g de geléia) e lipídios (0,07 g/100 g de geléia), enquanto que a geléia comercial correspondeu aos menores níveis (0,07 e 0,01 g/100 g de geléia, respectivamente). O valor de cinzas superior nas geléias experimentais é provavelmente devido a maior quantidade de fruta utilizada nestas formulações, em contraste com o alto teor de açúcar da amostra comercial, já que frutas têm alto teor de sais minerais (KADER; BARRETT, 2005).

O método enzimático-gravimétrico utilizado para determinação de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel (AOAC, 1994) não é capaz de detectar inulinas e oligofrutoses, pois estas são solúveis em etanol 80% e não precipitam como as demais fibras solúveis. Existe uma metodologia aprovada pela AOAC (Método da Frutana, nº 997.08) para determinação de frutanas em alimentos, que quantifica inulina total e oligofrutoses, e para incluir estes compostos como fibra alimentar na composição centesimal seria necessário analisar o alimento paralelamente pelos dois métodos, adicionando o teor de inulina à porcentagem de fibra alimentar total. Entretanto, como os teores de inulina adicionados às geléias eram conhecidos, a quantificação não foi feita. Os valores de inulina expressos na Tabela 3 foram calculados a partir do rendimento de geléia em relação à quantidade de polpa de maçã utilizada, que foi de 127 g de geléia para cada 100 g de polpa.

De acordo com a Portaria nº 27/98 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998), para um alimento ser considerado “fonte” de fibra alimentar deve possuir na sua composição no mínimo 3 g de fibra alimentar total para cada 100 g de produto, e é considerado como de “alto teor” de fibra alimentar quando possuir no mínimo 6 g fibra alimentar/100 g de produto. Desta forma, as formulações F0, F4 e a geléia comercial podem ser consideradas como

“fonte” de fibras e a formulação F8 como um produto com “alto teor” de fibra alimentar.

A partir dos dados de composição centesimal informados na Tabela 3 foi possível calcular o valor calórico das geléias, observando que 1 g de proteína e 1 g de carboidrato equivalem a 4 kcal, 1 g de lipídio corresponde a 9 kcal (BRASIL, 2003), 1 g de inulina corresponde a 1 kcal (ORAFIT, 2006) e que fibras alimentares não são digeridas e absorvidas, portanto não são fonte de calorias. Desta forma, 100 g das geléias F0, F4, F8 e comercial equivalem respectivamente a 254, 236, 223 e 251 kcal. A Resolução RDC nº 359 da ANVISA, datada de 23 de dezembro de 2003, estabelece para fins de rotulagem e informação nutricional que 1 porção de geléia corresponde a 20 g, ou, em medida caseira, 1 colher de sopa. Conseqüentemente, ao consumir 1 porção das geléias F0, F4, F8 e comercial estarão sendo ingeridas 51, 47, 45 e 50 kcal, respectivamente.

Estão demonstrados na Tabela 4 os valores de atividade de água, pH e acidez titulável encontrados para as três formulações experimentais de geléia de café e também para a geléia comercial. Quanto à atividade de água, a geléia comercial diferiu significativamente das formulações experimentais, apresentando o menor valor (0,81), seguida das amostras F8 e F0 que se mostraram iguais, e a amostra F4 com o maior valor (0,89). A atividade de água é um dos fatores que determina o crescimento de microorganismos no alimento. Segundo Jay, Loessner e Golden (2005), o *Staphylococcus aureus* é a única bactéria patogênica que tem capacidade de se desenvolver em valores de atividade de água entre 0,93 e 0,85, faixa onde se encontram as geléias experimentais. Abaixo desta faixa, onde se localiza a geléia comercial, não há crescimento de bactérias patogênicas. As amostras não apresentaram diferença significativa entre os valores de acidez titulável. Segundo Jackix (1988), a acidez titulável de geléias deve estar entre valores de 0,5 e 0,8, o que corresponde aos resultados encontrados. Para as três formulações experimentais, quanto menor o valor do pH maior a acidez titulável da amostra. Díaz-Casas e Castaño-Castrillón, em trabalho de obtenção de geléias a partir de extrato de café, encontraram valores de pH que variaram de 2,85 para a formulação a partir de extrato descafeinado com ácido tartárico como acidificante e 2,95 para a formulação de extrato descafeinado com ácido cítrico.

**Tabela 4.** Atividade de água, pH e acidez titulável das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.

	Geléia			
	F0	F4	F8	Comercial
Atividade de água	0,87 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,89 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,88 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,81 ± 0,00 <sup>c</sup>
pH	4,52 ± 0,02 <sup>ab</sup>	4,55 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,49 ± 0,02 <sup>b</sup>	4,04 ± 0,02 <sup>c</sup>
Acidez titulável (g ácido cítrico/100 g de geléia)	0,56 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,44 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,74 ± 0,33 <sup>a</sup>	-

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa (teste Tukey, nível de significância 5%).

F0 (formulação sem inulina)

F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)

F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

Os dados presentes na Tabela 5 indicam que os níveis de açúcares redutores foram superiores aos níveis de açúcares não-redutores, fato que parece contraditório, já que a maior quantidade de açúcar presente nas geléias proveio da sacarose adicionada, que é um açúcar não-redutor. Entretanto, é possível que tenha ocorrido o fenômeno chamado “inversão da sacarose”, onde a sacarose é hidrolisada a uma mistura equimolar dos monossacarídeos redutores frutose e glicose, o chamado “açúcar invertido”. Esta reação ocorre pela ação de enzimas invertases ou na presença de ácido e temperaturas elevadas, condições que geralmente ocorrem durante a produção de geléias de frutas. A inversão da sacarose é uma reação de grande importância para a conservação da geléia já que o açúcar invertido controla o tamanho dos cristais de açúcar formados, devido à solubilidade da frutose em água (375 g de frutose/100 g de água), à temperatura ambiente, ser superior à da sacarose (204 g sacarose/100 g de água). Quanto menor a cristalização menor é a ocorrência de sinérese durante o armazenamento, diminuindo o risco do desenvolvimento de microorganismos. Diferente destes resultados, Mendonça, Rodrigues e Zambiasi (2000) prepararam geleias de maçã utilizando distintos teores de açúcar mascavo (35, 50 e 65%), e encontraram valores de açúcares não-redutores (35,1, 36,9 e 41,6 respectivamente) superiores aos níveis de açúcares redutores (21,1, 22,6 e 18,9 respectivamente), utilizando o mesmo método de determinação.

**Tabela 5.** Açúcares redutores e não-redutores das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã.

Análise	Geléia		
	F0	F4	F8
Açúcares redutores (g glicose/100 g geléia)	13,61 ± 0,72 <sup>a</sup>	13,56 ± 0,02 <sup>a</sup>	14,50 ± 0,71 <sup>a</sup>
Açúcares não-redutores (g sacarose/100 g de geléia)	11,98 ± 0,35 <sup>a</sup>	10,85 ± 0,92 <sup>a</sup>	11,61 ± 1,70 <sup>a</sup>

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa (teste Tukey, nível de significância 5%).  
 F0 (formulação sem inulina)  
 F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)  
 F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

### 5.3 Propriedades tecnológicas das geléias

#### 5.3.1 Análise de cor

Os resultados obtidos para os parâmetros de cor L\*, a\* e b\* do sistema CIELab estão na Tabela 6.

**Tabela 6.** Parâmetros de cor no sistema CIELab das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.

Geléia	Parâmetros de cor		
	L*	a*	b*
F0	25,4 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,0 ± 1,1 <sup>b</sup>	4,7 ± 0,9 <sup>b</sup>
F4	24,7 ± 0,8 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,9 <sup>b</sup>	3,7 ± 0,7 <sup>b</sup>
F8	24,6 ± 1,1 <sup>a</sup>	2,7 ± 0,4 <sup>b</sup>	3,7 ± 0,4 <sup>b</sup>
Comercial	28,3 ± 2,7 <sup>a</sup>	8,9 ± 0,9 <sup>a</sup>	7,6 ± 0,7 <sup>a</sup>

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa (teste Tukey, nível de significância 5%).  
 F0 (formulação sem inulina)  
 F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)  
 F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

É possível observar que não houve diferença de luminosidade entre as formulações experimentais e a geléia comercial, parâmetro que varia de 0 (preto) a 100% (branco). Além disso, os valores próximos ao preto revelam a cor escura das

geléias, característica de produtos a base de café. Em relação aos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , a geléia comercial foi diferente das experimentais. O parâmetro  $a^*$  varia entre valores positivos (vermelho) e negativos (verde), o que indica que todas as geléias apresentaram cor avermelhada, com a geléia comercial demonstrando a cor mais intensa. O parâmetro  $b^*$  varia entre positivo (amarelo) e negativo (azul). Todas as geléias tiveram valores positivos para o parâmetro  $b^*$ , onde a geléia comercial novamente apresentou coloração amarela mais pronunciada.

Andueza, Cid e Nicoli (2004), em trabalho realizado para verificar as atividades antioxidante e pró-oxidante em bebidas de café, relataram valores inferiores de  $L^*$  ( $15,56 \pm 1,04$ ) e  $b^*$  ( $1,4 \pm 1,66$ ), e valores superiores para o parâmetro  $a^*$  ( $21,08 \pm 1,04$ ), em bebida preparada a partir de café (*Coffea Canephora* var. Robusta) torrado com açúcar. Para extratos de café, em outro estudo para avaliar a influência da torra nas atividades anti e pró-oxidante do café, López-Galilea et al. (2006) encontraram valores menores para todos os parâmetros, com  $L^*$  variando de  $20,06 \pm 0,01$  a  $23,10 \pm 1,59$ , valores de  $a^*$  entre  $0,36 \pm 0,02$  e  $0,84 \pm 0,05$  e de  $b^*$  entre  $0,27 \pm 0,04$  e  $0,82 \pm 0,04$ .

### 5.3.2 Análise do Perfil de Textura (TPA)

Os resultados para os parâmetros do perfil de textura, chamados dureza, coesividade, elasticidade, adesividade, fraturabilidade e gomosidade são apresentados na Tabela 7. Os parâmetros mais utilizados em trabalhos que analisam o perfil de textura de geléias, são a dureza, coesividade e elasticidade (KHOURYIEH; ARAMOUNI; HERALD, 2005; GASPAR; LAUREANO; SOUSA, 1998), embora adesividade também seja citada (HERNÁNDEZ; DURÁN; COSTELL, 1999).

O parâmetro dureza está relacionado com a força da estrutura do gel sob compressão e, em termos sensoriais, é a força necessária para comprimir o alimento entre a língua e o palato. Silva (1996) afirma que a inulina aumenta a viscosidade de soluções aquosas, e que esse aumento é proporcional à concentração de inulina. El-Nagar et al., (2002) utilizaram inulina nas concentrações 5, 7 e 9%, como substituto de gordura na produção de sorvetes de baixa caloria, e relataram um aumento na dureza instrumental dos sorvetes com o aumento da concentração de inulina (1,0, 1,2 e 1,4 N respectivamente). Os autores atribuem o

aumento na dureza à grande capacidade da inulina de formar ligações com a água. Apesar de uma tendência a maior dureza quanto maior o teor de inulina utilizado nas formulações de geléia, não houve diferença significativa entre elas.

**Tabela 7.** Análise do Perfil de Textura (TPA) das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã.

Parâmetro	Geléia		
	F0	F4	F8
Dureza (N)	0,38 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,47 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,69 ± 0,19 <sup>a</sup>
Coabilidade	0,52 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,48 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,50 ± 0,04 <sup>a</sup>
Elasticidade	0,91 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,04 <sup>a</sup>
Adesividade (Ns)	-0,23 ± 0,02 <sup>a</sup>	-0,21 ± 0,06 <sup>a</sup>	-0,25 ± 0,04 <sup>a</sup>
Fraturabilidade (N)	0,092 ± 0,000 <sup>ab</sup>	0,097 ± 0,000 <sup>a</sup>	0,091 ± 0,000 <sup>b</sup>
Gomosidade	0,20 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,34 ± 0,09 <sup>a</sup>

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa (teste Tukey, nível de significância 5%).

F0 (formulação sem inulina)

F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)

F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

Coabilidade é definida como o nível de compressão da amostra entre os dentes antes de se romper, ou o quanto o alimento pode ser deformado antes da ruptura (SZCZESNIAK, 2002). Quanto a este parâmetro também não foram encontradas diferenças entre as amostras estudadas. Resultados superiores foram apresentados para geléias sem açúcar preparadas com goma locusta, após 1 (0,568) e 60 (0,543) dias de armazenamento por teste acelerado (KHOURYIEH; ARAMOUNI; HERALD, 2005).

Chama-se elasticidade a taxa em que o material deformado retorna à sua condição de não-deformação após a força de deformação ser removida (SZCZESNIAK, 2002). Este parâmetro está relacionado com a capacidade que o alimento tem de retornar a sua forma inicial, após sofrer deformação. Não houve diferenças entre as formulações de geléia para elasticidade, e valor semelhante (0,839) é citado por Gaspar, Laureano e Sousa para geléia de suco de uva preparada com uma combinação de gomas (carragena, xantana e locusta).

Segundo Szczesniak (2002), a adesividade de um alimento tem relação com a força necessária para remover parte deste alimento que fica aderido à

boca durante o processo normal de mastigação. El-Nagar et al. (2002) encontraram maiores valores de adesividade quanto maior a concentração de inulina (0,29, 0,36 e 0,38 N), em sorvetes. Embora não tenha havido diferença entre as formulações de geléia, os resultados indicam uma tendência de maiores valores de adesividade para maior teor de inulina na amostra, concordando com os resultados de El-Nagar et al. (2002).

O único parâmetro onde as formulações de geléia de café diferiram de forma significativa foi a fraturabilidade, que é a força com a qual o alimento se esmigalha, racha ou quebra em pedaços. Nem todos os alimentos apresentam este parâmetro, que geralmente indica alimento quebradiço ou ainda a presença de estruturas como casca ou películas formadas sobre a superfície do alimento. A formulação F4 apresentou maior fraturabilidade, seguida de F0 e F8. Considerando que é incomum o fato de géis apresentarem fraturabilidade no seu perfil de textura, é possível que durante as análises, o *probe* do texturômetro tenha entrado em contato com algum pedaço de fruta, ou ainda que tenha ocorrido problema na vedação dos recipientes onde as geléias estavam acondicionadas, causando a desidratação superficial das amostras e formação de película.

Gomosidade é a energia requerida para desintegrar um semi-sólido a uma consistência adequada para deglutição. Quanto a este parâmetro também não foram verificadas diferenças entre as formulações de geléia, que apresentaram valores de gomosidade entre 0,20 e 0,34. Não foram encontrados na literatura consultada dados sobre gomosidade de geléias.

#### **5.4 Determinação da Atividade Antioxidante**

O método utilizado para determinação da atividade antioxidante total das geléias de café foi o método TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity / Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox*), que avalia a capacidade da amostra de absorver o radical ABTS<sup>•+</sup>. Segundo Berg Van Den et al. (2000), este é um método rápido, de fácil execução e que pode ser correlacionado com a atividade biológica dos antioxidantes. Juntamente com o DPPH, é um dos métodos mais aplicados para realização de medidas da atividade antioxidante de frutas, vegetais e seus produtos derivados (CÄMMERER; KROH, 2006; HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Os valores de TEAC para as três formulações experimentais de geléia e para a geléia comercial estão demonstrados na Tabela 8. A formulação F4 apresentou o maior valor de TEAC (192  $\mu$ M equivalente Trolox/g de amostra b. u.) e mostrou-se igual à formulação F0 (171), seguida da formulação F8 (129), que também foi igual à F0 mas diferente de F4, apesar das quantidades de café e polpa de maçã nas formulações terem sido semelhantes. Isto pode ter ocorrido devido à grande variabilidade dos resultados, demonstrada pelos valores elevados dos desvios-padrão. A literatura consultada não cita dados referentes à interferência da inulina na atividade antioxidante total em amostras de alimentos. A amostra comercial apresentou atividade antioxidante significativamente menor que as formulações experimentais (52), com seu valor de TEAC correspondendo aproximadamente a um quarto do valor de TEAC da formulação F4. É provável que a reduzida atividade antioxidante da geléia comercial seja devida a baixas concentrações de café presentes no produto. Apesar do rótulo do produto não informar a quantidade de extrato de café utilizada, o sabor pouco acentuado de café apresentado por esta geléia pode ser tomado como indício.

**Tabela 8.** Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox (TEAC) das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã e geléia comercial.

Geléia	Valor TEAC <sup>1</sup>	Valor TEAC <sup>2</sup>
F0	171 $\pm$ 4 <sup>ab</sup>	539 $\pm$ 11 <sup>a</sup>
F4	192 $\pm$ 32 <sup>a</sup>	540 $\pm$ 89 <sup>a</sup>
F8	129 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	376 $\pm$ 5 <sup>b</sup>
Comercial	52 $\pm$ 12 <sup>c</sup>	78 $\pm$ 17 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> Expresso em  $\mu$ M de equivalente Trolox/g de amostra em base úmida. <sup>2</sup> Expresso em  $\mu$ M de equivalente Trolox/g de amostra em base seca. Resultados expressos como média  $\pm$  desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa (teste Tukey, nível de significância 5%).

F0 (formulação sem inulina)

F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)

F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

Tanto o café quanto a maçã possuem compostos com reconhecida atividade antioxidante. Wang, Cao e Prior (1996) afirmam que além da vitamina C, a qual é atribuída cerca de 15% da atividade antioxidante das frutas em geral, a maçã contém diversos compostos fenólicos como ácido clorogênico, ácido caféico, epicatequinas, procianidina B<sub>2</sub> e quercetina, que também apresentam atividade

biológica. Dentre eles, quercetina (34,7%), epicatequina (19,9%) e procianidina B<sub>2</sub> (19%) contribuem significativamente para a atividade antioxidante total da fruta (LEE et al., 2003). Não foram encontrados dados na literatura que indiquem a atividade antioxidante da maçã em valores equivalentes ao Trolox. Entretanto, Boyer e Liu (2004) relacionam a atividade antioxidante da fruta com a atividade da vitamina C, e citam valores de 100 µM equivalente vitamina C/g de fruta. Entretanto, acredita-se que o principal contribuinte para os índices de TEAC das geléias é o café, que possui atividade antioxidante bastante conhecida e comprovada (YANAGIMOTO et al., 2004; NATELLA et al., 2002). Esta atividade é atribuída principalmente à presença de compostos como ácido clorogênico, ácido caféico, ácido quínico e ácido ferúlico. Estes ácidos fenólicos são encontrados em elevadas concentrações no café verde, mas sofrem grandes perdas durante o processo de torra, tendo suas concentrações diminuídas de 50 a 90% nos grãos torrados. Cämmerer e Kroh (2006) relataram que a contribuição dos ácidos clorogênicos para a atividade antioxidante total de café preparado a partir de grãos verdes foi de 88%, enquanto que após o processo de torra escura esta contribuição foi de somente 5%. Além disso, ainda existem dúvidas a respeito da biodisponibilidade de alguns destes compostos no organismo, principalmente do ácido clorogênico, o que pode reduzir sua atividade antioxidante *in vivo* (KEIKO; KATSUNARI; TERAO, 2000). Conseqüentemente, a atividade antioxidante total do café e dos seus produtos derivados não é devida somente aos ácidos fenólicos, mas também, em grande parte, à presença de produtos da reação de Maillard gerados durante o processo de torra (YANAGIMOTO et al., 2004). Os mecanismos da ação antioxidante das melanoidinas são principalmente atribuídos às reações envolvendo radicais tais como a neutralização de radicais hidroxil, a habilidade de bloquear os processos de reação em cadeia de radicais livres ou por ligação com oxigênio (CÄMMERER; KROH, 2006).

Sánchez-González, Jiménez-Escrig e Saura-Calixto (2005) determinaram a atividade antioxidante de bebidas de café preparadas por diferentes procedimentos (italiano, espresso e filtrado), e encontraram valores médios entre 77 (bebida preparada pelo processo espresso) e 117 µM equivalente Trolox/g de amostra em base seca (bebida preparada pelo processo italiano). Estes resultados foram inferiores aos encontrados para todas as formulações experimentais de geléia, o que pode ser devido à quantidade superior de café utilizada nas geléias que foi de 0,037 g de café/g de produto, enquanto que os teores foram de 0,031 g de

café/g de bebida para o café espresso e 0,023 g de café/g de bebida para o café italiano.

Em estudo para verificar a atividade antioxidante de bebidas de café a partir de grãos com diferentes graus de torra, Cämmerer e Kroh (2006) relataram valores de TEAC superiores aos das geléias de café em estudo, e que variaram entre 260  $\mu\text{M}$  equivalente Trolox/g de bebida preparada a partir de café de torra escura e 420  $\mu\text{M}$  equivalente Trolox/g de bebida preparada a partir de café de torra clara. Os valores para estas bebidas foram superiores provavelmente pela concentração de café nestas amostras (0,062 g/g de bebida) ser maior que a presente nas geléias (0,037 g/g de geléia). Se estimarmos os valores de TEAC para estas bebidas, considerando que a concentração de café utilizada nas mesmas fosse igual à usada para formulação das geléias, estes valores seriam semelhantes aos encontrados para as geléias, e variariam entre 149  $\mu\text{M}$  equivalente Trolox/g de bebida (a partir de grãos de torra escura) e 251  $\mu\text{M}$  equivalente Trolox/g de bebida (a partir de grãos de torra clara).

Ademais, é possível que as diferenças existentes entre os valores de TEAC das geléias e das bebidas de café sejam devido à espécie do café utilizada, pois, de acordo com Moreira, Trugo e De Maria (2000) há variação na composição química dos grãos de acordo com a espécie. Sánchez-González, Jiménez-Escrig e Saura-Calixto (2005) utilizaram café *Coffea arábica* L. em seu trabalho e Cämmerer e Kroh (2006) trabalharam com uma blenda de 80% de arábica e 20% de robusta. Entretanto, a espécie do café usado na preparação das geléias é desconhecida, pois a indústria que cedeu o produto não forneceu estes dados.

A partir dos resultados de TEAC obtidos para bebidas de café (CÄMMERER; KROH, 2006) estima-se que a atividade antioxidante de uma xícara de café de 50 mL equivale a 13 mmol de Trolox (3,25 g), enquanto que uma porção da geléia de café (20 g) possui uma atividade antioxidante correspondente a cerca de 4 mmol (1 g) de Trolox. Isto é, três porções de geléia de café equivalem aproximadamente à atividade antioxidante de uma xícara de café.

## 5.5 Análise Sensorial

Os valores médios das notas atribuídas pelos provadores às três formulações experimentais de geléia de café, em teste de aceitação com escala hedônica híbrida estão apresentados na Tabela 9. A amplitude das notas das formulações de geléia para este teste ficaram entre 5, equivalente ao termo “não gostei nem desgostei” na escala e 10, que equivale à “gostei extremamente”, e não houve diferença entre as formulações. É possível afirmar que a concentração de inulina não influenciou negativamente a avaliação sensorial das geléias. Segundo Silva (1996), a inulina é neutra nos aspectos de sabor e odor, mas quando sua forma comercial é adicionada a formulações alimentícias, pode contribuir com um leve sabor doce devido às pequenas quantidades de mono e dissacarídeos presentes neste produto (14% no caso da inulina utilizada nas geléias), que provavelmente são liberados durante o processo de extração da inulina de fontes naturais.

**Tabela 9.** Notas atribuídas às geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, através de teste de aceitação com escala hedônica híbrida de 10 pontos.

Geléia	Nota
F0	7,2 ± 1,9 <sup>a</sup>
F4	7,4 ± 1,8 <sup>a</sup>
F8	7,5 ± 1,6 <sup>a</sup>

Resultados expressos como média de 60 avaliações ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa (teste Tukey, nível de significância 5%).

F0 (formulação sem inulina)

F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)

F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

Os resultados do teste de intenção de compra das três geléias de café formuladas a partir de polpa de maçã estão expressos na Tabela 10. Estes dados revelaram que a atitude de compra para todas as geléias foi semelhante e em nível intermediário, sendo que os provadores apresentaram 54% de intenção de compra para a formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa, 50% para amostra sem inulina e 48% para amostra com adição de 8 g de inulina/100 g de polpa. Embora a amostra com maior teor de inulina tenha apresentado a maior nota no teste de aceitação

(7,5), a geléia que possuía 4 g de inulina/100 g de polpa foi a que teve maior intenção de compra. O fato de apenas 12% dos provadores terem contato prévio com algum produto semelhante ao apresentado pode ter contribuído para as respostas ao teste de intenção de compra não terem sido mais satisfatórias.

**Tabela 10.** Intenção de compra das geléias de café formuladas a partir de polpa de maçã.

Nota	F0		F4		F8	
	Frequência	%	Frequência	%	Frequência	%
Certamente Compraria	15	25	16	27	16	27
Provavelmente Compraria	15	25	16	27	13	21
Talvez comprasse/talvez não comprasse	20	34	17	28	24	40
Provavelmente não compraria	5	8	5	8	6	10
Certamente não compraria	5	8	6	10	1	2

F0 (formulação sem inulina)

F4 (formulação com 4 g de inulina/100 g de polpa)

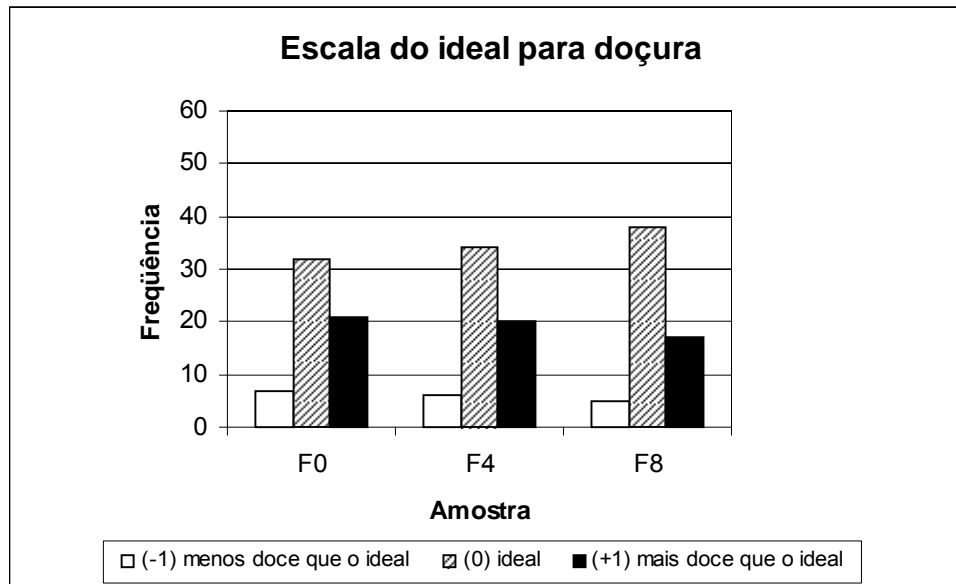
F8 (formulação com 8 g de inulina/100 g de polpa)

A partir dos resultados dos questionários aplicados foi possível traçar um perfil dos 60 provadores: 60% eram do sexo feminino, 50% estavam na faixa etária entre 25 e 35 anos e 67% eram alunos de pós-graduação. O gosto pelo produto “geléia” foi relatado por 98% dos provadores com média de consumo de 4 vezes/mês, e 92% deles afirmaram apreciar o sabor café.

As frequências das notas atribuídas pelos provadores às amostras no teste da escala do ideal para os atributos doçura, firmeza e sabor de café estão demonstradas nas Figuras 4, 5 e 6, respectivamente.

É possível notar que as frequências das notas das três formulações foram bastante semelhantes, com as três formulações recebendo uma prevalência de notas “ideal” para os três atributos pesquisados: doçura, firmeza e sabor de café. Quanto à doçura, 63% dos provadores consideraram a formulação F8 como ideal, seguida da F4 e F0. O sabor doce adicional proporcionado pela adição de inulina à

formulação (SILVA, 1996) pode ter sido determinante para a maior freqüência de nota “ideal” ter sido atribuída à formulação com maior teor de inulina.

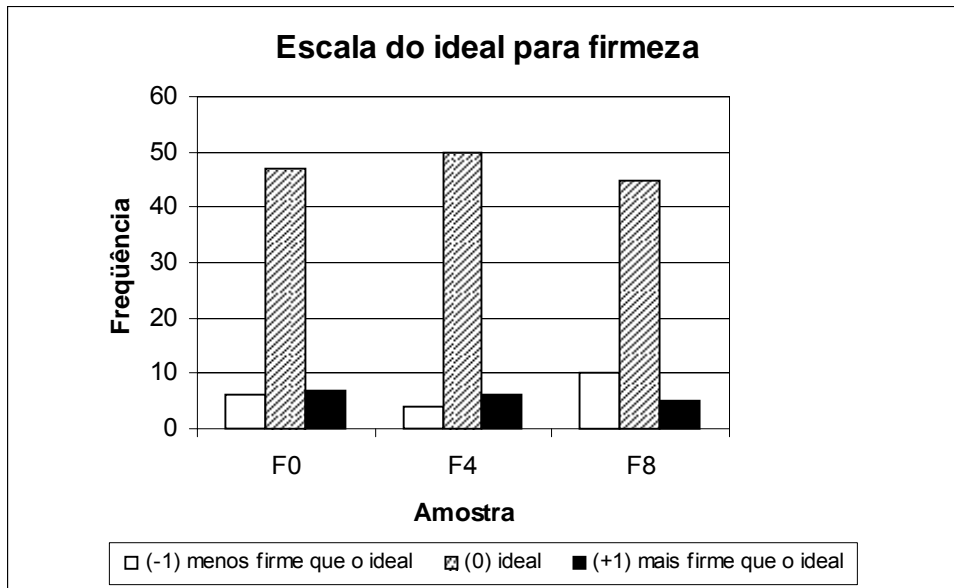


**Figura 4.** Freqüência das notas para o atributo “doçura” das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, segundo a escala do ideal.

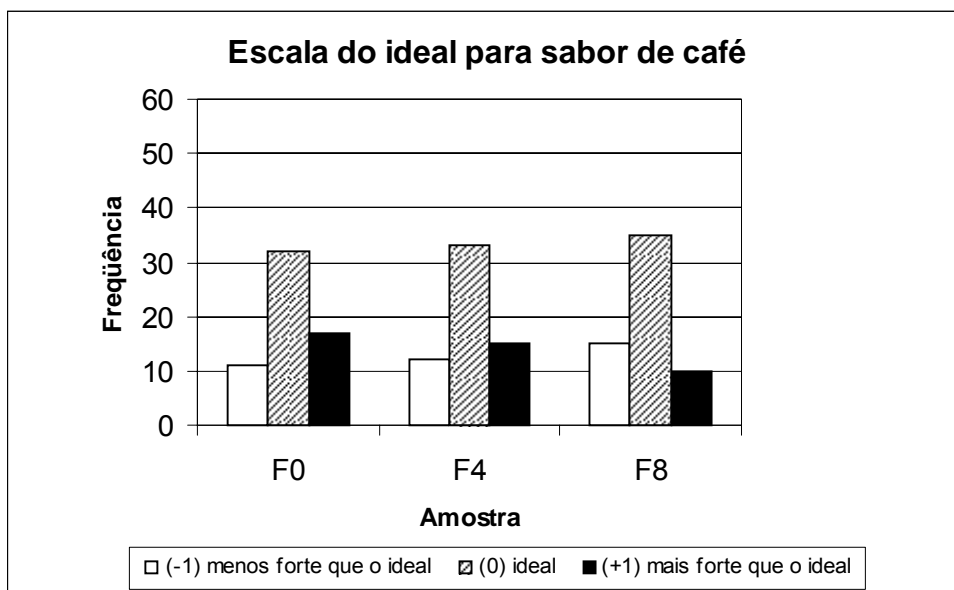
A geléia F4 recebeu a maior freqüência da nota “ideal” para firmeza, que foi atribuída por 83% dos provadores, seguida de F0 e F8. Este foi o atributo que demonstrou a maior freqüência de nota “ideal”, que variou entre 45 e 50, considerando um total de 60 provadores.

A geléia F8 obteve a maior freqüência de atribuições como “ideal” pelos provadores para os atributos doçura e sabor de café, o que vai ao encontro dos resultados do teste de escala hedônica, onde a mesma amostra apresentou a maior nota (7,5), apesar desta formulação não diferir significativamente das demais.

Considerando que as três formulações não apresentaram diferenças significativas do ponto de vista sensorial, a formulação F8 foi eleita a melhor formulação, pelo ponto de vista funcional, já que é a amostra com maior teor de fibra alimentar.



**Figura 5.** Frequência das notas para o atributo “firmeza” das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, segundo a escala do ideal.



**Figura 6.** Frequência das notas para o atributo “sabor de café” das geléias de café formuladas a partir da polpa de maçã, segundo a escala do ideal.

## 6 CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver geléias de café com boa aceitação sensorial e com características de alimento funcional, ou seja, elevados teores de fibras e atividade antioxidante, utilizando maçã e inulina na formulação.

A adição de inulina juntamente com a polpa de maçã proporciona geléias com teores de fibra alimentar suficientes para o uso da alegação “fonte de fibras” para as formulações sem inulina e com 4 g de inulina/100 g de polpa de maçã, e “alto teor de fibras” para a geléia com 8 g de inulina/100 g de polpa.

Os parâmetros de textura das amostras foram semelhantes aos encontrados na literatura para geléia e a inulina não exerce influência sobre estes parâmetros.

As geléias produzidas têm valores de atividade antioxidante total similares aos descritos para bebidas de café. Desta forma, a geléia de café pode ser considerada como uma boa fonte de antioxidantes e é uma alternativa à tradicional bebida a base de café.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Press Release: Approves New Dietary Fiber Definition**. St. Paul, Minnesota, 2000. Disponível em <<http://www.aaccnet.org/definitions/default.asp>>. Acesso em 6 março 2008.

ANDUEZA, S.; CID, C.; NICOLI, M. C.; Comparison of antioxidant and pro-oxidant activity in coffee beverages prepared with conventional and “Torrefacto” coffee. **LWT – Food Science and Technology**, v.37, p.893-897, 2004.

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

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Fruit and fruit products. In : \_\_\_\_\_. **Official methods of analysis of AOAC**, 15<sup>th</sup> ed. Arlington: AOAC International Inc, 1990. v.2, p.910-928.

ARAGON-ALEGRO, L. C.; ALEGRO, J. H. A.; CARDARELLI, H. R.; CHIU, M. C.; SAAD, S. M. I. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. **LWT – Food Science and Technology**, v.40, p.669-675, 2007.

AZEVEDO, A. S. B. **Caracterização e aplicação de fibra de borra de café modificada por tratamento com peróxido de hidrogênio alcalino**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

BAKER, R.A.; BERRY, N.; HUI, Y. H.; BARRET, D. M. Fruit Preserves and Jams. In: BARRETT, D. M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. **Processing Fruits – Science and Technology**, 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. p.113-126.

BERG VAN DEN, R.; HAENEN, G.R.M.M.; BERG VAN DEN, H.; VIJGH VAN DER, W.; BAST, A. The predictive value of the antioxidant capacity of structurally related flavonoids using the trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay. **Food Chemistry**, v.70, p.391-395, 2000.

BOEKSCHOTEN, M.V.; HOFMAN, M.K.; BUYTENHEK, R.; SCHOUTEN, E.G.; PRINCEN, H.M.G.; KATAN, M.B. Coffee oil consumption increases plasma levels of 7 $\alpha$ -Hydroxy-4-cholesten-3-one in humans. **The Journal of Nutrition**, v.135, n.4, p.785-789, 2005.

BOYER, J.; LIU, R.H. Apple phytochemicals and their health benefits. **Nutrition Journal**, v.3, p.1-15, 2004.

BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; STEFFENS, C.A. Conservação de maçã “Fuji” sob diferentes temperaturas, umidades relativas e momentos de instalação da atmosfera de armazenamento. **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.81–84, 2000.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o “Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar” (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis>>. Acesso em: 17 março 2008.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 398, de 30 de abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 maio 1999.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova “Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados”, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis>>. Acesso em: 5 março 2008.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis>>. Acesso em: 16 ago. 2006.

BRASIL. Resolução Normativa da Câmara Técnica de Alimentos/CNS nº 15, baixada com Portaria nº 204 de 4 de maio de 1978. Define termos sobre geléias de frutas. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis>>. Acesso em: 14 ago. 2006.

CÄMMERER, B.; KROH, L.W. Antioxidant Activity of coffee brews. **European Food Research and Technology**, v.223, p.469-474, 2006.

CAMPA, C.; DOULBEAU, S.; DUSSERT, S.; HAMON, S.; NOIROT, M. Diversity in bean Caffeine content among wild *Coffea* species: Evidence of a discontinuous distribution. **Food Chemistry**, v.91, p.633-637, 2005.

CASTILLO, M.; AMES, J.; GORDON, M. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.698–3703, 2002.

CAVIN, C.; HOLZHAUSER, D.; SCHARF, G.; CONSTABLE, A.; HUBER, W. W.;SCHILTER, B.. Cafestol and kahweol, two coffee specific diterpenes with anticarcinogenic activity. *Food Chemical and Toxicology*, v.40, p.1155–1163, 2002.

CHARURIN, P.; AMES, J.M.; DEL CASTILLO, M.D. Antioxidant activity of coffee models systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.3751–3756, 2002.

CHECKOWAY, H.; POWERS, K.; SMITH-WELLER, T.; FRANKLIN, G.; SWANSON, P. Parkinson’s disease risks associated with cigarette smoking, alcohol consumption, and caffeine intake. **American Journal of Epidemiology**, v.155, p.732–738, 2002.

CHO, S. S.; JENAB, M. The application of complex carbohydrates to functional food development. In: CHO, S. S.; PROSKY, L.; DREHER, M. **Complex Carbohydrates in Foods**, New York: Marcel Dekker, 1999. p.594-604.

CHO, S.; DEVRIES, J.W.; PROSKY, L. Structure and chemistry of dietary fiber. In: \_\_\_\_\_. **Dietary fiber analysis and applications**. Gaithersburg:AOAC International, 1997. p.11-48.

COFFEE BREAK Café do Paraná: mais um dos bons cafés do Brasil – Disponível em <<http://www.coffeebreak.com.br>>. Acesso em: 3 ago. 2007.

COUSSEMENT, P. Inulin and Oligofructose as Dietary Fiber: Analytical, Nutritional and Legal Aspects. In: CHO, S. S.; PROSKY, L.; DREHER, M. **Complex Carbohydrates in Foods**, New York: Marcel Dekker, 1999.p.203-212.

DEVASAGAYAM, T.P.A.; KAMAT, J.P.S.; MOHAM, H.; KASAVAN, P.C. Caffeine as an antioxidant: Inhibition of lipid peroxidation induced by reactive oxygen species. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1282, p. 3–70, 1996.

DE ROOS, B.; SAWYER, J. K.; KATAN, M. B.; RUDEL, L. L. Validity of animal models for the cholesterol-raising effects of coffee diterpenes in human subjects. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.58, p.551–557, 1999.

DÍAZ-CASAS, A.Z.; CASTAÑO-CASTRILLÓN, J.J. Obtención de mermelada a partir de extracto de café. **Cenicafé**, v.53, n.1, p.60-75, 2002.

DILLARD, C. J.; GERMAN, J. B. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1744-1756, 2000.

DIPLOCK, A.T.; AGGETT, P.J.; ASHWELL, M.; BORNET, F.; FERN, E.B.; ROBERFROID, M. Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus document. **British Journal of Nutrition**, v.81, n.4, S1–S27, 1999.

DREHER, M. Food Sources and Uses of Dietary Fiber. In: CHO, S.S.; PROSKY, L.; DREHER, M. **Complex Carbohydrates in Foods**. New York: Marcel Dekker, 1999. p.327-371.

DYSSELEER, P.; HOFFEM, P.I. An alternative dietary fibre. Properties and quantitative analysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.49 (3S), S145-S152, 1995.

EL-NAGAR, G.; CLOWES, G.; TUDORICA, C.M.; KURI, V.; BRENNAN, C.S. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v.55, n.2, p.89-93, 2002.

FOOD-INFO. **O que é a pectina?** Disponível em: < <http://www.food-info.net/pt/qa/qa-wi6.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2008.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, n.1, p.23-36, 2006.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v.2, p.287–291, 2002.

GASPAR, C.; LAUREANO, O.; SOUSA, I. Production of reduced-calorie grape juice jelly with gellan, xanthan and locust bean gums: sensory and objective analysis of texture. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A**, v.206, p.169-174, 1998.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, p.1401-1412, 1995.

GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties fo dietary fibres, and consequences of processing in human physiology. **Food Research International**, v.33, p.233-245, 2000.

HERNÁNDEZ, M.J.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. **Food Science and Technology International**, v.5, p.79-87, 1999.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1841-1856, 2005.

IBGE Levantamento sistemático da produção agrícola – Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 6 março 2008.

JACKIX, M. H. Geléias e doces em massa. In:\_\_\_\_\_. **Doces, geléias e frutas em calda (Teórico e prático)**. Campinas: UNICAMP,1988. p.85-158.

JADHAV, S. J.; NIMBALKAR, S. S.; KULKARNI, A. D. MADHAVI, D. L. Lipid Oxidation in Biological and Food Systems. In: MADHAVI, D.L.; DESHPANDE, S.S.; SALUNKHE, D.K. **Food Antioxidants: technological, toxicological and health perspectives**. New York: Marcel Decker Inc., 1996. p.5-64.

JANZANTTI, N.; FRANCO, M.R.B.; WOSIACKI, G. Efeito do processamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçã Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.523-528, 2003.

JAY, J.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. Habitats, taxonomy, and growth parameters. In:\_\_\_\_\_. **Modern Food Microbiology**, 7<sup>th</sup> ed. New York: Springer-Verlag New York Inc., 2005. p.11-60.

JIRA, W.; SPITELLER, G.; RICHTER, A. Increased levels of lipid oxidation products in low density lipoproteins of patients suffering from rheumatoid arthritis. **Chemistry and Physics of Lipids**, v.87, n.1, p.81-89, 1997.

KADER, A.A.; BARRETT, D.M. Classification, composition of fruits, and postharvest maintenance of quality. In: BARRETT, D. M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. **Processing Fruits – Science and Technology**, 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. p.5-21.

KEIKO, A.; KATSUNARI, I.; TERAQ, J. Absorption of chlorogenic acid and caffeic acids in rats after oral administration. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.48, p.5490-5500, 2000.

KHOURYIEH, H.A.; ARAMOUNI, F.M.; HERALD, T.J. Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. **Journal of Food Quality**, v.28, p.179-190, 2005.

KIM, Y.; FAQIH, M.N.; WANG, S.S. Factors affecting gel formation of inulin. **Carbohydrate Polymers**, v.46, p.135-145, 2001.

KIM, J.Y.; KIM, D.B.; LEE, H.J. Regulations on health / functional foods in Korea. **Toxicology**, v.221, p.112-118, 2006.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN. Acceptance and preference testing. In: \_\_\_\_\_. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York: Chapman & Hall, 1998. p. 430-475.

LEE, K. J.; CHOI, J. H.; JEONG, H. G. Hepatoprotective and antioxidant effects of the coffee diterpenes kawheol and cafestol on carbon tetrachloride-induced liver damage in mice. **Food and Chemical Toxicology**, v.45, p.2118-2125, 2007.

LEE, S.C.; PROSKY, L.; DE VRIES, J.W. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods-enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS Buffer : collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.75, n.3, p.395-416, 1992.

LIU, S.; BURING, J. E.; SESSO, H. D.; RIMM, E. B. A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. **Journal of the American College of Cardiology**, v.39, n.1, p.49-56, 2002.

LÓPEZ-GALILEA, I.; ANDUEZA, S.; DI LEONARDO, I.; DE PEÑA, M. P.; CID, C. Influence of torrefacto roast on antioxidant and pro-oxidant activity of coffee, **Food Chemistry**, v.94, p.75-80, 2006.

LU, Y.; FOO, L.Y.; Identification and quantification of major polyphenols in apple pomace. **Food Chemistry**, v.59, p.187-194, 1997.

MACDONALD, H.M.; EVANS, R. Purification and properties of apple pectinesterase. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.70, p.321-326, 1996.

MENDONÇA, C.R.; RODRIGUES, R.S.; ZAMBIAZI, R.C. Açúcar mascavo em geleadas de maçã. **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.1053-1058, 2000.

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

MENEZES, H.C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com maturação de café**. 1994. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MIKULS, T.; CERHAN, J.; MUDANO, A.; MERLINO, L.; FOLSOM, A.; SAAG, K. Coffee, tea, and caffeine consumption and risk of rheumatoid arthritis: Results from the Iowa women's health study. **Arthritis and Rheumatism**, v.46, p.83–91, 2002.

MOREIRA, R.F.A.; TRUGO, L.C.; DE MARIA, C.A.B. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v.23, n. 2, p.195-203, 2000.

MOURA, S.C.S.R.; BERBARI, S.A.; GERMER, S.P.M.; ALMEIDA, M.E.M.; FEFIM, D.A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.7, n.1, p.141-148, 2007.

NAGATO, L. A. F.; RODAS, M. A. B.; DELLA TORRE, J. C. M.; CANO, C. B.; BARSOTTI, R. C. F.; YOTSUYANAGI, K. Parâmetros físicos e químicos e aceitabilidade sensorial de sucos de frutas integrais, maracujá e uva, de diferentes marcas comerciais brasileiras. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.1, p.127-136, 2003.

NARDINI, M.; PISU, P.; GENTILI, V.; NATELLA, F.; DI FELICE, M.; PICCOLELLA, E.; SCACCINI, C. Effect of caffeic acid on tert-butyl hydroperoxide induced oxidative stress. **Free Radical Biology and Medicine**, v.25, p.1098-1105, 1998.

NATELLA, F.; NARDINI, M.; GRANNETI, I.; DATTILO, C.; SCACCINI, C. Coffee drinking influences plasma antioxidant capacity in humans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.6211–6216, 2002.

NICOLI, M.C.; ANESE, M.; MANZOCO, L.; LERICI, C.R. Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasted degree. **LWT – Food Science and Technology**, v.30, p.292-297, 1997.

OAKENFULL, D. Gelling agents. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.26, p.1-25, 1987.

OAKENFULL, D.; SCOTT, A. Hydrophobic interaction in the gelation of high methoxyl pectins. **Journal of Food Science**, v.49, p.1093-1098, 1984.

ORAFTI. Labelling. **Product Sheet Beneo HSI**, 2006.

PARRAS, P.; MARTÍNEZ-TOMÉ, M.; JIMÉNEZ, A.M.; MURCIA, M.A. Antioxidant capacity of coffees of several origins brewed following three different procedures. **Food Chemistry**, v.102, p.582-592, 2007.

PETERS, U.; SINHA, R.; CHATTERJEE, N.; SUBAR, A. F.; ZIEGLER, R. G.; KULLDORFF, M.; BRESALIER, R. Dietary fibre and colorectal adenoma in a colorectal cancer early detection programme. **The Lancet**, v.361, p.1491-1495, 2003.

POLI, G.; BIASI, F.; LEONARDUZZI, G. 4-Hydroxynonenal-protein adducts: A reliable biomarker of lipid oxidation in liver diseases. **Molecular Aspects of Medicine**, v.29, n.1-2, p.67-71, 2008.

RAJALAKSHMI, D.; NARASIMHAN, S. Food Antioxidants: Sources and Methods of Evaluation. In: MADHAVI, D.L.; DESHPANDE, S.S.; SALUNKHE, D.K. **Food Antioxidants: technological, toxicological and health perspectives**. New York: Marcel Decker Inc., 1996. p.65-158.

RASCHKA, L.; DANIEL, H. Mechanisms underlying the effects of inulin-type fructans on calcium absorption in the large intestine of rats. **Bone**, v.37, p.728-735, 2005.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, v.20, p.933-956, 1996.

ROALES-NIETO, J.G.; SAN PEDRO, E.M.; LUCIANO, A.G.; CORONADO, J.L.B. Efectos del consumo de café para la salud cardiovascular, la diabetes e el desarrollo de cáncer. **Psicothema**, v.16, n.4, p.531-547, 2004.

ROYER, G.; MADIETA, E.; SYMONEAUX, R.; JOURJON, F. Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. **LWT – Food Science and Technology**, v.39, p.1022-1025, 2006.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. In Vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). **Food Chemistry**, v.90, p.133-139, 2005.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.A. Main methods used in lipid oxidation determination. **Food Science and Technology International**, v.4, p.391–399, 1998.

SEERAM, N.P.; ADAMS, L.S.; HENNING, S.M.; NIU, Y.; ZHANG, Y.; NAIR, M.G.; HEBER, D. In vitro antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with others polyphenols as found in pomegranate juice. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.16, n.6, p.360-367, 2005.

SHI, X.; DALAL, N.S. Antioxidant behavior of caffeine: efficient scavenging of hydroxyl radicals. **Food and Chemical Toxicology**, v.29, n.1, p.1-6, 1991.

SHISHEBOR, M.H.; ZHANG, R.; MEDIAN, H.; BRENNAM, M.L.; BRENNAM, D.M.; ELLIS, S.G.; TOPOL, E.J.; HAZEN, S.L. Systemic elevations of free radical oxidation products of arachidonic acid are associated with angiographic evidence of coronary artery disease. **Free Radical Biology and Medicine**, v.41, n.11, p.1678-1683, 2006.

SHUI, G.; LEONG, L.P. Residue from star fruit as valuable source for functional food ingredients and antioxidant nutraceuticals. **Food Chemistry**, v.97, p.277-284, 2006.

SILVA, R.F. Use of inulin as a natural texture modifier. **Cereal Foods World**, v.41, n.10, p.792-795, 1996.

SLAVIN, J. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.16, p.287-291, 2003.

SMITH, D.G.; CAPPAL, R.; BARNHAM, K.J. The redox chemistry of the Alzheimer's disease amyloid  $\beta$  peptide. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomebranes**, v.1768, n.8, p.1976-1990, 2007.

STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease**, v.1740, n.2, p.101-107, 2005.

STATSOFT, Inc. **Statistica 6.0**, Tulsa: USA, 2001.

SPITELLER, G. Lipid peroxidation in aging and age-dependent diseases. **Experimental Gerontology**, v.36, n.9, p.1425-1457, 2001.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, p.215-225, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Batata yacon**. Disponível em: < [http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/batata/estrutura\\_inulina.gif](http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/batata/estrutura_inulina.gif)>. Acesso em: 17 fev. 2008.

URGERT, R.; SCHULZ, A.G.M.; KATAN, M.B. Effects of cafestol and kahweol from coffee grounds on serum lipids and serum liver enzymes in humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.61, n.1, p.149-154, 1995.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v.16, p.691-703, 2005.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.701-705, 1996.

WU, J.; GAO, H.; ZHAO, L.; LIAO, X.; CHEN, F.; WANG, Z.; HU, X. Chemical compositional characterization of some apples cultivars. **Food Chemistry**, v.103, p.88–93, 2007.

YANAGIMOTO, K.; OCHI, H.; LEE, K.G.; SHIBAMOTO, T. Antioxidative activities of fractions obtained from brewed coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.592-596, 2004.

YANAGIMOTO, K.; LEE, K.; OCHI, H.; SHIBAMOTO, T. Antioxidative activity of heterocyclic compounds found in coffee volatile produced by Maillard reaction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.5480–5484, 2002.

## ANEXO I

Nome (opcional): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Você está recebendo três amostras codificadas de geléia de café. Por favor, prove-as e marque com um "X" o local na escala (incluindo entre os pontos) que melhor representa o quanto você(s) desgostou ou gostou de cada amostra, de uma maneira geral.

Amostra: \_\_\_\_\_

0 ————— 5 ————— 10  
 Desgostei                      Não gostei                      Gostei  
 extremamente                      nem desgostei                      extremamente

Amostra: \_\_\_\_\_

0 ————— 5 ————— 10  
 Desgostei                      Não gostei                      Gostei  
 extremamente                      nem desgostei                      extremamente

Amostra: \_\_\_\_\_

0 ————— 5 ————— 10  
 Desgostei                      Não gostei                      Gostei  
 extremamente                      nem desgostei                      extremamente

Agora, utilizando a escala abaixo, avalie o quão próximo do ideal estão as amostras, em relação à doçura, firmeza e sabor de café:

- (+1) mais do que o ideal
- ( 0 ) ideal
- (-1) menos do que o ideal

	Doçura	Firmeza	Sabor de café
Amostra	Valor	Valor	Valor
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Quanto à intenção de compra, avalie as amostras de acordo com a seguinte escala:

- ( 5 ) certamente compraria
- ( 4 ) provavelmente compraria
- ( 3 ) talvez comprasse / talvez não comprasse
- ( 2 ) provavelmente não compraria
- ( 1 ) certamente não compraria

Amostra	Valor
_____	_____
_____	_____
_____	_____

**ANEXO II**

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

## 1. Faixa etária

- 15 – 25  
 25 – 35  
 35 – 50  
 acima de 50 anos

## 2. Sexo

- Masculino  
 Feminino

## 3. Ocupação

- aluno \_\_\_\_\_  
 funcionário  
 professor  
 outro \_\_\_\_\_

## 4. Escolaridade

- 1º grau  
 2º grau  
 3º grau  
 outro \_\_\_\_\_

5. Gosta de geléias em geral:  Sim Não6. Gosta do sabor café:  Sim Não

7. Com que freqüência você consome geléias em geral:

- Nunca  
 Ocasionalmente: \_\_\_\_\_ vezes por ano  
 Moderadamente: \_\_\_\_\_ vezes por mês  
 Frequentemente: \_\_\_\_\_ vezes por semana

8. Você já conhecia algum produto semelhante a este:  Sim Não