



**CAMILA CARVALHO MENEZES**

**DESENVOLVIMENTO DE GOIABADA SEM  
ADIÇÃO DE AÇÚCAR E COM PREBIÓTICO E  
SEUS EFEITOS SOBRE BIOMARCADORES DE  
CARCINOGENESE EM RATOS**

**LAVRAS – MG**

**2011**

**CAMILA CARVALHO MENEZES**

**DESENVOLVIMENTO DE GOIABADA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR E  
COM PREBIÓTICO E SEUS EFEITOS SOBRE BIOMARCADORES DE  
CARCINOGENESE EM RATOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Soraia Vilela Borges

**LAVRAS – MG**

**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Menezes, Camila Carvalho.

Desenvolvimento de goiabada sem adição de açúcar e com prebiótico e seus efeitos sobre biomarcadores de carcinogênese em ratos / Camila Carvalho Menezes. – Lavras : UFLA, 2011.

155 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Soraia Vilela Borges.

Bibliografia.

1. Frutoligossacarídeo. 2. Polidextrose. 3. Sucralose. 4. Taumatina. 5. hidrocolóides. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.152

**CAMILA CARVALHO MENEZES**

**DESENVOLVIMENTO DE GOIABADA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR E  
COM PREBIÓTICO E SEUS EFEITOS SOBRE BIOMARCADORES DE  
CARCINOGENESE EM RATOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 10 de junho de 2011.

Dr. João de Deus Souza Carneiro	UFLA
Dra. Luciana Azevedo	UFLA
Dr. Renato Ribeiro de Lima	UFLA
Dr. Fabiana Queiroz	UFLA

Dr. Soraia Vilela Borges  
Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2011**

Aos meus avós, Guiomar e Vitor Azarias (*in memoriam*), os quais não puderam esperar para presenciar essa conquista. Mas, de onde estiverem, sei que estão aplaudindo. Muito obrigada, pelo exemplo, apoio e carinho incondicional.

***OFEREÇO***

Ao Giovanni e a minha mãe por estarem sempre ao meu lado e acima de tudo, acreditarem em mim.

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade e contribuição à minha formação acadêmica.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos e à FAPEMIG, pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao meu pai e ao meu irmão, pelo carinho, apoio e confiança.

Ao meu Tio Vitor Luiz, à Tia Bete e demais familiares, por sempre estarem torcendo por mim.

Ao Giovanni, pelas infinitas horas dispensadas durante dias nos laboratórios da UFLA e da UNIFAL, pela ajuda incondicional em todos os momentos. Nem sei como agradecer tanta dedicação e carinho.

À professora Soraia, pela amizade, oportunidade, por confiar em mim e por ter contribuído para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao professor João de Deus por toda a dedicação, ensinamentos, apoio e amizade e à professora Ana Carla pela coorientação e acima de tudo, pelo sincero carinho e amizade. Verdadeiros exemplos, que eu tentarei sempre seguir...

A toda a equipe de provadores, pela dedicação, compromisso e contribuição durante todas as etapas das análises sensoriais. Sei que não foi fácil. Muito obrigada.

Aos colegas da Planta Piloto de processamento de Produtos de Origem Vegetal, em especial ao Gerson, Karina, Patrícia e as minhas “filhas” Dani, Vanessa, Tassyana, Luiza, Míriam, Laís, Mayara, Gabriela e Aline (“filha adotada”). Meus sinceros agradecimentos, pois sem vocês tudo seria muito mais difícil. Obrigada pelo carinho e pelos vários momentos de alegria.

Às laboratoristas, Tina, Creuza, Flávia, Sandra e Cidinha, à Lucilene, e às meninas da faxina, Denise, Heloísa e Ângela, por todo o carinho e ajuda, sempre que precisei.

Às professoras Fabiana e Joelma, pela confiança e por terem sido, acima de tudo, amigas.

Às companheiras de república, Simone, Kívia, Aline e Lorena, pela amizade e força nos momentos mais difíceis. Em especial à Aline, que é um verdadeiro “anjo” que entrou na minha vida.

A todos os amigos do Laboratório de Grãos e Cereais, especialmente ao Anderson e à Janyelle, pela amizade que levarei para sempre.

Às pesquisadoras do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Vera Sônia Nunes da Silva e Maria Teresa Bertoldo Pacheco, por terem possibilitado a realização das análises enzimáticas e cromatográficas para a determinação de frutanos e açúcares.

Ao Laboratório de Embalagens do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, por possibilitar a realização das análises de textura, em especial a ajuda imprescindível da doutoranda Márcia Ribeiro.

À Luciana, por ter me concedido a oportunidade de poder executar parte fundamental do meu trabalho, pela ajuda incondicional e pelos grandes ensinamentos.

A todos que me ajudaram durante a execução do experimento em Alfenas, em especial, Rafaela, Leonardo, Patrícia, Dayse, Bárbara, Dayene, Vinícius, João Paulo, Lelis e Gabriel. Sem vocês eu não teria conseguido.

Eliza e Flávia, por terem me acolhido em suas casas com tanto carinho, pela amizade e ajuda, sempre.

Ao professor Renato Ribeiro Lima pela orientação nas análises estatísticas.

Aos meus amigos que, mesmo distantes, sempre torceram por mim. Kaká, Karla, Koxixo... Valeu!!!

Aos meus novos amigos e alunos do Piauí, os quais foram peças especiais para que eu conseguisse chegar até o final dessa etapa que é tão importante para mim. Obrigada, principalmente, à Julianne, Severina e Dayze, meus “anjos” do Piauí.

Em fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho, muito obrigada.



## RESUMO GERAL

Buscando agregar valor à tradicional goiabada e desenvolver um alimento que traga benefícios adicionais à saúde dos consumidores, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma goiabada sem adição de açúcares e com prebiótico, além de avaliar seu efeito sobre biomarcadores de carcinogênese em ratos. As etapas de desenvolvimento foram as seguintes: (1) definição e avaliação do conceito do novo produto; (2) otimização do novo produto por meio da determinação das concentrações ideais de pectina de baixo grau de metoxilação (BTM), gomas xantana e locusta, polidextrose, sucralose, taumatina e frutoligossacarídeo (FOS); (3) avaliação dos efeitos *in vivo* do novo produto sobre o câncer de cólon induzido. O conceito do novo produto foi definido como: goiabada tipo cascão, em corte e sua embalagem deve lembrar as características de um produto artesanal e ser transparente para possibilitar que o consumidor avalie a aparência do produto no momento da compra. O público-alvo deste produto são pessoas de ambos os sexos, de classes sociais de maior renda, com idade acima de 36 anos e que buscam, além do controle de peso, alimentos que tragam benefícios adicionais à saúde, porém, não apenas no sentido curativo mas, principalmente, para a redução do risco de doenças e melhoria do bem-estar. Os resultados da análise de aceitação e o rendimento, aliados à determinação da composição nutricional da formulação otimizada, determinaram que é viável produzir uma goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico de boa aceitação sensorial e que enquadre nas categorias de “diet” e/ou “sugar-free”, “light” e/ou “low-calorie” (111,34 kcal.100g<sup>-1</sup>) e de alimentos com alegação de propriedades funcionais utilizando os ingredientes avaliados nas seguintes concentrações: 0,92 g.100g<sup>-1</sup> de (BTM); 0,16 g.100g<sup>-1</sup> da mistura das gomas xantana e locusta; 24,80 g.100g<sup>-1</sup> de polidextrose; 16,87g.100g<sup>-1</sup> de FOS; 0,02g.100g<sup>-1</sup> de sucralose e 0,12 g.100g<sup>-1</sup> de taumatina. Os resultados indicaram que o consumo da goiabada otimizada não teve efeito sobre o desenvolvimento de focos de criptas aberrantes (FCA) clássico e mucina-negativo quando avaliados uma semana após término dos procedimentos de indução de mutagênese em ratos. Mas, em doses acima de 1,0g/rato/dia, potencializou a oxidação proteica, quando comparado com o que é gerado espontaneamente. O consumo diário deste novo produto também provocou o aumento da peroxidação lipídica. Tais resultados podem estar relacionados ao cenário experimental, no qual os animais receberam doses diárias do produto durante todo o período experimental.

Palavras-chave: Frutoligossacarídeo. Polidextrose. Sucralose. Taumatina. hidrocolóides. Câncer de cólon.

## GENERAL ABSTRACT

Looking to aggregate value to the traditional guava and to develop a food that provides additional benefits to consumer health, the objective of this work was to develop guava preserve with no added sugar and with prebiotics, and to evaluate its effect on carcinogenesis biomarkers in mice. The development stages were the following: (1) definition and evaluation of the concept of new product, (2) optimization of new product through the determination of the ideal concentrations of low methoxyl pectin (BTM), xanthan and locust gums, polydextrose, sucralose, thaumatin and fructooligosaccharides (FOS), (3) evaluation their effects *in vivo* the new product on colon cancer induced. The concept of new product has been defined as: guava preserve, cutting and its packaging remember the features a handcrafted product and be transparent to enable the consumer to assess the appearance of the product in time of purchase. The target audience of this product are people of both sexes, of high income classes, income more than 6 minimum wages, older and are seeking, in addition to weight control, food that will bring additional benefits to health, however, not only towards healing, but mainly to reduce the risk of disease and improve well-being. The results of the analysis of acceptance and income combined with the determination the nutritional composition of optimized formulation, determined that it is viable to produce a guava preserve with no added sugar and with prebiotics of good sensorial acceptance and which can be placed in the “diet” and/or “sugar-free”, “light” and/or “low-calorie” ( $111.34 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) categories and foods with allegations of functional properties using the ingredients appraised at the following concentrations:  $0.922\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  pectin BTM;  $0.16\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  of a mixture of xanthan and locust gums;  $24.80\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  polydextrose;  $16.87\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  FOS;  $0.02\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  sucralose and  $0.12\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  thaumatin. The results indicate that the consumption of the guava preserve optimized does not have an effect on the development aberrant crypt foci (ACF) classic and mucin-negative when appraised one week after the end of the procedures for mutagenesis induction in mice. But, doses above  $1,0\text{g}/\text{mice}/\text{day}$  enhanced the protein oxidation, when compared with that which is generated spontaneously. The daily consumption of this new product also caused increased lipid peroxidation. These results may be related to the experimental setting, in which the animals received daily doses of the product throughout the experimental period.

Keywords: Fructooligosaccharides. Polydextrose. Sucralose. Thaumatin. Hydrocoloids. Colon cancer.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### SEGUNDA PARTE-ARTIGOS

#### ARTIGO 1

- Gráfico 1 Frequência de consumo de goiabada dos participantes do grupo de foco sessão 1 (A), sessão 2 (B) e sessão 3 (C)..... 54
- Gráfico 2 Grau de importância dos atributos de qualidade que interferem na escolha de goiabada pelos consumidores de Lavras - MG..... 58
- Gráfico 3 Fatores determinantes do consumo de produtos *diet e/ou light*..... 59
- Gráfico 4 Fatores determinantes do consumo de goiabada casção sem adição de açúcar e com prebiótico em Lavras-MG ..... 62
- Quadro 1 Roteiro de perguntas para as sessões de grupo de foco..... 48
- Quadro 2 Descrição das goiabadas e suas respectivas embalagens as quais foram apresentadas nas sessões de grupos de foco ..... 49

#### ARTIGO 2

- Figure 1 Graphical representation of sugar-free guava preserves yield as a function of polydextrose concentration..... 79
- Figure 2 Response surface model adjusted for acceptance in relation to the texture attribute with different concentrations of low methoxyl pectin and xanthan gum/locust bean gum blend..... 80
- Figure 3 Response surface model adjusted for hardness against the concentrations of polydextrose and the xanthan gum/locust bean gum blend..... 83
- Figure 4 Full model of the surface response for moisture content in relation to the concentrations of the polydextrose and xanthan gum/locust bean gum blend..... 84

Figure 5	Response surface model adjusted for the L* colour parameter in relation to the concentrations of polydextrose and the xanthan gum/locust bean gum blend.....	86
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### **ARTIGO 3**

Gráfico 1	Superfícies de resposta utilizando o modelo completo para os parâmetros CIELab L* (instrumental) (A) e cor (sensorial) (B) em função das concentrações de sucralose e taumatina, e sucralose e FOS, respectivamente .....	109
-----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Gráfico 2	Superfícies de resposta utilizando o modelo completo para os atributos sabor característico de goiabada cascão (A), gosto doce (B) e gosto ácido (C) em função das concentrações de sucralose e FOS.....	112
-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Gráfico 3	Superfícies de resposta utilizando o modelo completo para os parâmetros de elasticidade (instrumental) (A) e granulidade (sensorial) (B) em função das concentrações de taumatina e FOS. ....	114
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### **ARTIGO 4**

Figura 1	Protocolo experimental: (G1) DMH; (G2) controle; (G3) .....	133
----------	-------------------------------------------------------------	-----

Gráfico 1	Superfície de resposta do modelo completo para a aceitação sensorial em relação às concentrações de sucralose e FOS.....	138
-----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## LISTA DE TABELAS

### SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

#### ARTIGO 1

Tabela 1	Perfil demográfico dos participantes das sessões dos grupos de foco.....	53
Tabela 2	Resultado da análise de tabulação cruzada entre a “intenção de consumir o novo produto” e as variáveis demográficas analisadas..	60
Tabela 3	Resultado da análise de tabulação cruzada entre a “intenção de consumir o novo produto” e os hábitos alimentares, frequência em que praticam atividade física e a incidência de doenças crônico degenerativas .....	61

#### ARTIGO 2

Table 1	Complete factorial design .....	73
Table 2	Regression equations with coded variables, significance and correlation coefficients of models fitted to the 5% level of significance for the dependent variables studied.....	78
Table 3	Ridge estimation for the maximum response of the texture sensory variable.....	82

#### ARTIGO 3

Tabela 1	Delineamento fatorial 2 <sup>3</sup> completo .....	97
Tabela 2	Termos descritores para definição do perfil sensorial de goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico .....	102
Tabela 3	P-valores, coeficientes de regressão e efeitos dos fatores expressos pelos seus respectivos coeficientes obtidos nos modelos ajustados, para as variáveis físicas e sensoriais .....	106

#### **ARTIGO 4**

Tabela 1	Delineamento fatorial 2 <sup>3</sup> completo.....	127
Tabela 2	P-valores, coeficientes de regressão e efeitos dos fatores expressos pelos seus respectivos coeficientes obtidos nos modelos ajustados o rendimento, teores de frutanos e aceitação sensorial.....	137
Tabela 3	Composição nutricional da formulação ótima de goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico .....	139
Tabela 4	Peso inicial, peso final e ganho de peso dos animais experimentais .....	141
Tabela 5	Consumo de ração, água e goiabada dos animais experimentais ...	142
Tabela 6	Efeitos da goiabada cascão sem adição de açúcar com prebiótico sobre o desenvolvimento de <i>focus</i> de criptas aberrantes (FCA) e FCA mucina-negativos em cólon de ratos induzidos pela DMH ...	144
Tabela 7	Efeito da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico sobre a oxidação proteica e peroxidação lipídica em fígado, plasma e cólon de ratos ao final de 4 semanas experimentais.....	147

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	16
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
<b>2.1</b>	<b>Goiabada</b> .....	19
<b>2.2</b>	<b>Alimentos funcionais</b> .....	20
<b>2.3</b>	<b>Alimentos <i>diet e light</i></b> .....	25
<b>2.4</b>	<b>Hidrocoloides em alimentos com reduzido valor calórico</b> .....	28
<b>2.5</b>	<b>Carcinogênese de cólon e avaliação <i>in vivo</i></b> .....	30
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS</b> .....	41
	<b>ARTIGO 1 ELABORAÇÃO E TESTE DO CONCEITO DO NOVO PRODUTO: GOIABADA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR E COM PREBIÓTICO</b> .....	41
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	44
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	47
<b>2.1</b>	<b>Grupo de foco</b> .....	47
<b>2.2</b>	<b>Pesquisa de mercado</b> .....	50
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	52
<b>3.1</b>	<b>Grupo de foco</b> .....	52
<b>3.2</b>	<b>Pesquisa de Mercado</b> .....	57
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	63
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	64
	<b>ARTIGO 2 OPTIMISATION OF SUGAR-FREE GUAVA PRESERVES AND EVALUATING OF THE SYNERGISTIC EFFECTS OF HYDROCOLLOIDS AND POLYDEXTROSE</b> .....	68
<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	70
<b>2</b>	<b>MATERIALS AND METHODS</b> .....	72
<b>2.1</b>	<b>Experimental design and analysis</b> .....	72
<b>2.2</b>	<b>Preparation of formulations</b> .....	74
<b>2.3</b>	<b>Determination of physical and physicochemical properties</b> .....	75
<b>2.4</b>	<b>Sensory analysis</b> .....	76
<b>3</b>	<b>RESULTS AND DISCUSSION</b> .....	78
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONS</b> .....	87
	<b>REFERENCES</b> .....	88

	<b>ARTIGO 3 INTERFERÊNCIA DE EDULCORANTES DE ALTA INTENSIDADE E FRUTOLIGOSSACARÍDEO NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E NO PERFIL SENSORIAL DE GOIABADA CASÇÃO SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR</b> .....	92
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	95
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	97
2.1	<b>Delineamento experimental e análise estatística</b> .....	97
2.2	<b>Preparo das formulações</b> .....	98
2.3	<b>Análise de perfil de textura</b> .....	100
2.4	<b>Análise instrumental de cor</b> .....	100
2.5	<b>Umidade e atividade de água</b> .....	101
2.6	<b>Análise descritiva quantitativa</b> .....	101
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	106
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	116
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	117
	<b>ARTIGO 4 OTIMIZAÇÃO DE GOIABADA CASÇÃO SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR E COM FRUTOOLIGOSSACARÍDEO E AVALIAÇÃO DOS SEUS EFEITOS SOBRE BIOMARCADORES DE CARCINOGENESE EM RATOS</b> .....	121
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	124
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	127
2.1	<b>Otimização</b> .....	127
2.1.1	<b>Delineamento experimental e análise estatística</b> .....	127
2.1.2	<b>Preparo das formulações</b> .....	129
2.1.3	<b>Rendimento</b> .....	130
2.1.4	<b>Determinações químicas</b> .....	130
2.1.5	<b>Teste de aceitação</b> .....	132
2.2	<b>Ensaio in vivo</b> .....	132
2.2.1	<b>Animais e tratamentos</b> .....	132
2.2.2	<b>Processamento dos cólons, análises de focos de criptas aberrantes (FCA) clássico e mucina negativo</b> .....	134
2.2.3	<b>Estresse oxidativo no fígado e cólon</b> .....	134
2.2.4	<b>Delineamento experimental e análise dos resultados</b> .....	135
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	136
3.1	<b>Otimização da goiabada cascão</b> .....	136
3.2	<b>Efeito <i>in vivo</i></b> .....	140
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	148
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	149



## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos está enfrentando o desafio de desenvolver novos produtos que proporcionem benefícios à saúde dos consumidores, uma vez que os efeitos benéficos da dieta saudável na qualidade de vida estão sendo amplamente reconhecidos. Tais produtos são em resposta aos avanços da tecnologia de alimentos, ao interesse dos consumidores pela nutrição, ao envelhecimento da população e ao aumento dos custos com a saúde pública, especialmente no tratamento de doenças crônicas degenerativas, como o diabetes, e os vários tipos de câncer.

Entre os tipos de câncer, o de cólon é o segundo mais comum nas sociedades ocidentais e o quarto a nível mundial (BOYLE; LANGMAN, 2000; RASTALL, 2010). Embora haja um componente genético conhecido de aproximadamente 15%, o principal fator que influencia na sua incidência é o estilo de vida, especialmente a alimentação. Acredita-se que uma alimentação rica em fibras, principalmente as chamadas prebióticas, possa reduzir esse risco (RASTALL, 2010). Pois, sabe-se que um prebiótico é definido como um ingrediente alimentar não digerível que afeta benéficamente o hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou atividade de uma ou um número limitado de bactérias no cólon e, portanto, melhora a saúde do hospedeiro (GILBSON; ROBERFROID, 1995). Isso justifica seu uso como agente de “redução do risco”, pois essas bactérias, tais como as bifidobactérias e os lactobacilos não produzem quantidades significativas de compostos genotóxicos promotores de tumor e enzimas capazes de liberá-los a partir de precursores (NAKAMURA et al., 2002).

O conhecimento das propriedades funcionais destes ingredientes e o fato de fornecerem nenhuma, ou poucas calorias (BENEO ORAFIT, 2007; FARZANMEHR; ABBASI, 2009), justificam sua incorporação em produtos convencionais, como a goiabada que é um doce de fruta com alto teor de açúcares e apreciado por muitos consumidores, porém, com baixo valor agregado, principalmente pelo aumento da competitividade das diferentes “guloseimas” lançadas no mercado com forte apelo de *marketing*. Assim, com a incorporação de um prebiótico, como o frutooligossacarídeo (FOS), em sua formulação, será possível agregar valor a esse produto, o qual poderá trazer ainda mais benefícios à saúde, se for elaborado sem adição de açúcar, possibilitando que seja classificado como um alimento para fins especiais destinado às pessoas saudáveis e aos indivíduos que buscam o controle de peso e do diabetes (BRASIL, 1998a).

Primeiramente, para o desenvolvimento desse produto faz-se necessário a determinação e avaliação do seu conceito e determinação do perfil dos seus potenciais consumidores (KLOTTER, 2000). Baseado no conceito do novo produto é necessário uma série de estudos tecnológicos para que se alcance um produto que atenda às expectativas dos consumidores. Quando se faz a substituição da sacarose em produtos alimentícios, normalmente torna-se necessária a utilização de dois grupos distintos de compostos, ou seja, os agentes de corpo e os edulcorantes de alta intensidade, além do emprego de hidrocoloides quando se trata, especificamente, de doces e geleias de frutas. Os agentes de corpo devem apresentar características similares às da sacarose, como reposição de sólidos, estabilidade em diferentes condições de pH e temperatura, ausência de sabor residual, contribuir com a coloração do produto e interagir com amidos e proteínas de forma similar aos açúcares (CAMPUS, 2000).

Buscando agregar valor à tradicional goiabada cascão e desenvolver um alimento que traga benefícios adicionais à saúde dos consumidores, o objetivo

deste trabalho foi desenvolver uma goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico, além de avaliar seu efeito sobre biomarcadores de carcinogênese em ratos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Goiabada

A goiaba (*Psidium guajava*, L.) é originária da região tropical das Américas e foi disseminada para as diferentes regiões do mundo (LEMOS et al., 1995). Constitui-se uma das mais importantes matérias-primas para as indústrias de sucos, polpas e néctares (BRUNINI; OLIVEIRA; VARANDA, 2002), provavelmente, devido à sua grande produção e consumo (ZIETEMANN; ROBERTO, 2007).

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de goiaba (*Psidium guajava*, L), sendo a de maior produção neste país a cultivar Pedro Sato, devido à preferência no mercado nacional (AZZOLINE et al., 2005). A maior parte da produção é absorvida pela indústria (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2002).

A goiaba apresenta um padrão climático de respiração e no período pós-colheita, senescem rapidamente, o que impede seu armazenamento por maiores períodos. Esse aspecto é de fundamental importância, pois dificulta ou até impossibilita o produtor de enviar seus frutos a centros consumidores mais distantes, em face das perdas que ocorrem durante o percurso. Os principais fatores que depreciam a qualidade pós-colheita da goiaba é a perda rápida da cor verde, maciez excessiva, incidência elevada de podridão e perda de turgidez (JACOMINO et al., 2001).

Ao fazer um estudo para caracterizar a agroindústria de frutas no estado de Minas Gerais, Ferraz, Silva e Vilela (2002) fizeram o mapeamento da agroindústria no Estado mostrando a localização das cidades que possuem agroindústria de fruta, o qual mostrou a forte presença da agroindústria de doces no estado de Minas Gerais. Esse ramo de atividade, portanto, pode ser muito

promissor, desde que haja investimentos para melhorar a qualidade de tais produtos, pois, a produção de doces ainda é baseada em métodos tradicionais e, muitas vezes, rudimentares.

As Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas, anexas ao decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1978 (SÃO PAULO, 1978), estabelecem que doce em pasta é o produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis desintegradas de vegetais, com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ajustador de pH e outros ingredientes e aditivos permitidos por estes padrões até uma consistência apropriada, sendo finalmente acondicionado de forma a assegurar a sua perfeita conservação.

Tradicionalmente, a goiabada ou doce em massa de goiaba é o resultado do processamento de partes comestíveis de goiabas despolpadas, deve ter cor característica, a qual pode variar de vermelho amarelado a vermelho amarronzado, deve ter odor e sabor próximo ao característico da fruta, aspecto gelatinoso e consistência que permita o corte (FERREIRA et al., 1993). A goiabada cascão é obtida da mistura da polpa e pedaços de goiaba com adição de açúcar e concentrada por aquecimento até atingir o teor de sólidos solúveis desejado (MORORÓ, 1999).

## **2.2 Alimentos funcionais**

Os alimentos funcionais fazem parte de uma nova concepção de alimentos, lançada pelo Japão na década de 80, através de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004).

A legislação brasileira não define alimento funcional, mas define alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde e

estabelece as diretrizes para sua utilização, bem como as condições de registro para os alimentos com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 1999). Dentre as diretrizes para esse tipo de alimento são permitidas alegações funcionais relacionadas com o papel fisiológico no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo e/ou, ainda alegações sobre a manutenção geral da saúde e a redução de risco de doenças, em caráter opcional. Não são permitidas alegações que façam referência à cura ou à prevenção de doenças. O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais e/ou de saúde pode, além de funções básicas, quando se tratar de nutriente produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos, e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem a supervisão médica. Para apresentarem alegações de propriedade funcional e/ou de saúde, tanto os alimentos como as substâncias bioativas e probióticos isolados devem ser, obrigatoriamente, registrados junto ao órgão competente. O conteúdo da propaganda desses produtos não pode ser diferente em seu significado, daquele aprovado para a rotulagem. As alegações devem ainda, estar em consonância com as diretrizes da política pública de saúde (ANVISA, 1999).

Uma grande variedade de produtos tem sido caracterizada como alimentos funcionais, incluindo componentes que podem afetar inúmeras funções corpóreas, relevantes tanto para o estado de bem-estar e saúde, como para a redução do risco de doenças. Essa classe de compostos pertence à nutrição e não à farmacologia, merecendo uma categoria própria, que não inclua suplementos alimentares, mas o seu papel em relação às doenças estará, na maioria dos casos, concentrado mais na redução dos riscos do que na prevenção (MORAES; COLLA, 2006).

O termo prebiótico foi introduzido por Gibson e Roberfroid em 1953, e definido como sendo um ingrediente alimentar não digerido, que resulta em

benefício ao hospedeiro pela estimulação seletiva do crescimento e/ou ativação do metabolismo de uma ou de um número limitado de bactérias no cólon. Entretanto, a participação da dieta na composição da microbiota intestinal pode ser mais eficiente quando ocorre a utilização de substratos específicos para determinadas bactérias, como os frutooligossacarídeos (FOS), que contribuem para aumento da quantidade de bifidobactérias no cólon (RASTALL, 2010). Considerando que a microbiota intestinal humana é composta de centenas de microorganismos, situações de desequilíbrio na sua composição podem representar uma potencial ameaça no surgimento de diversas doenças, associadas ou não à diminuição da defesa imunológica do hospedeiro (BENGMARK; LORENZO; CULEBRAS, 2001).

Os prebióticos estimulam o crescimento dos grupos endógenos de população microbiana, tais como as *Bifidobactérias* e os *Lactobacillos*, que são ditos como benéficos para a saúde humana (BLAUT, 2002). Para que uma substância (ou grupo de substâncias) possa ser definida como tal, deve cumprir os seguintes requisitos: ser de origem vegetal, formar parte de um conjunto heterogêneo de moléculas complexas, não ser digerida por enzimas digestivas, ser parcialmente fermentada por uma colônia de bactérias e ser osmoticamente ativa (RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003). Por exemplo, alguns oligossacarídeos como a oligofrutose e a inulina, conduzem a um aumento significativo do número de bifidobactérias.

A inulina e a oligofrutose pertencem a uma classe de carboidratos denominados frutanos e são considerados ingredientes funcionais, uma vez que exercem influência sobre processos fisiológicos e bioquímicos no organismo, resultando em melhoria da saúde e em redução do risco de aparecimento de diversas doenças. As principais fontes de inulina e oligofrutose empregadas na indústria de alimentos são a chicória (*Cichorium intybus*) e a alcachofra de Jerusalém (*Helianthus tuberosus*) (CARABIN; FLAMM, 1999).

Os frutanos são os polissacarídeos não estruturais mais abundantes na natureza, após o amido. Eles estão presentes em grande variedade de vegetais e também em algumas bactérias e fungos (CARABIN; FLAMM, 1999). Bifidobactérias fermentam seletivamente os frutanos, preferencialmente a outras fontes de carboidratos, como o amido, a pectina ou a polidextrose (FOOKS et al., 1999). A alta especificidade dos FOS como substratos para bifidobactérias resulta da atividade das enzimas  $\alpha$ -frutosidases (inulinases) associadas a células específicas, as quais hidrolisam monômeros de frutose da extremidade não redutora da cadeia de inulina ou de determinados açúcares em que o resíduo de frutose ocorre na posição  $\alpha$  (2-1). Essas hidrolases são produzidas por alguns bolores e leveduras e só esporadicamente por bactérias (BIEDRZYCKA; BIELECKA, 2004).

Os frutoligosacarídeos (FOS) são açúcares não convencionais, que estão emergindo rapidamente como importante ingrediente na indústria de alimentos, pois, além da capacidade da estimulação de microrganismos benéficos, e como fonte de fibra alimentar na preparação de alimentos eles apresentam propriedades tecnológicas e nutricionais para serem utilizadas em alimentos de baixa caloria e/ou destinados aos diabéticos (LAJOLO et al., 2001).

A polidextrose é um polissacarídeo sintetizado pela polimerização randômica da glicose, na presença de quantidades menores de sorbitol e um catalisador ácido adequado, sob alta temperatura e vácuo parcial. É utilizada em muitos países como agente de corpo e como ingrediente de valor calórico reduzido (1 kcal/g) em diversos alimentos. A polidextrose é parcialmente fermentada no intestino grosso, mas não é digerida nem absorvida no intestino delgado, e em sua maior parte é excretada nas fezes. Como a polidextrose é fermentada parcialmente no intestino grosso, aumenta o volume da massa fecal, reduz o tempo de trânsito, suaviza e abaixa o pH do bolo fecal. A fermentação da polidextrose conduz o crescimento de microflora favorável, a redução da



microflora putrefativa, a maior produção de ácidos graxos de cadeia curta e a supressão da produção de metabólitos carcinogênicos (por exemplo, o indol e o *p*-cresol) (JIE et al., 2000).

Jie et al. (2000) em seu estudo sobre os efeitos da ingestão de polidextrose sobre as funções fisiológicas em chineses, concluíram que ela é uma fibra dietária que produz diversos benefícios fisiológicos. O consumo de polidextrose melhorou substancialmente a função intestinal, suavizou as fezes, e melhorou a facilidade de defecação, sem causar efeitos adversos. A ingestão de polidextrose inibiu a absorção excessiva de glicose no intestino delgado e a fermentação no intestino grosso, produziu ácidos graxos de cadeia curta, incluindo o butirato. A polidextrose promoveu a proliferação da microflora intestinal favorável e reduziu o pH do intestino. Portanto, a ingestão diária de 4-12 g de polidextrose melhora a função fisiológica sem produzir efeitos adversos.

A polidextrose está aprovada para o uso em alimentos pela US Food and Drug Administration e em mais de 50 países (JOINT EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES - JECFA, 1995). Adicionalmente ao efeito fisiológico, atua em alimentos melhorando a textura, funcionando como estabilizante e espessante, além de umectante. É muito utilizada em produtos para dietas de baixas calorias como agente de corpo (LAZZAROTTO et al., 2008). Seus efeitos laxativos são encontrados somente em dosagens acima de 90 g/dia em adultos (TORRES; THOMAS, 1981).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008a), um produto que contenha polidextrose e/ou FOS só poderá alegar propriedade funcional se a porção do produto pronto para consumo fornecer no mínimo 3g de FOS ou de polidextrose, se o alimento for sólido, ou 1,5g, se o alimento for líquido. Ainda estabelece que o uso de FOS não deva ultrapassar 30g na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante, e que a recomendação diária de consumo do produto

que contenha polidextrose não deva resultar na ingestão dessa fibra acima de 90 g ou cuja porção única de consumo resulte em ingestão de polidextrose superior a 50g. Apesar de existir relato na literatura de que a polidextrose tem função prebiótica (JIE et al., 2000), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008a) não lhe atribui essa característica, sendo permitida apenas a alegação referente ao consumo de fibras alimentares, ou seja, “auxiliam o funcionamento do intestino”.

### **2.3 Alimentos *diet* e *light***

No Brasil, o termo *diet* pode ser utilizado nos rótulos de alimentos para dietas com restrição de nutrientes, para controle de peso e para dietas de ingestão controlada de açúcares. Tais alimentos são considerados alimentos para fins especiais e são definidos como “alimentos especialmente formulados ou processados nos quais se introduzem modificações no conteúdo de nutrientes adequados à utilização de dieta, diferenciadas e/ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas” (BRASIL, 1998a). O termo *light* pode ser utilizado em alimentos que apresentem uma redução mínima de 25% do valor calórico ou do conteúdo de algum nutriente quando comparado a um similar tradicional. Tal exigência é classificada como uma Informação Nutricional Complementar, caracterizando os denominados “produtos *light*”. Segundo a Portaria nº 27 este termo pode ainda ser utilizado em alimentos que cumpram os atributos “reduzido” e/ou “baixo” em algum de seus constituintes, definindo quantidades específicas para cada um desses atributos (BRASIL, 1998b).

Ainda de acordo com a Portaria 29 de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998c) um produto alimentício só pode ser chamado *diet* para açúcar caso haja no máximo 0,5% de açúcares totais. No entanto, os doces de frutas, assim como

outros produtos contendo frutas como ingrediente obrigatório para sua confecção, podem ter essa alegação desde que não sejam adicionados açúcares em suas formulações, independente das quantidades de açúcares naturalmente presentes nas matérias-primas. Esses produtos devem receber a seguinte alegação em sua rotulagem: “sem adição de açúcares”.

A demanda por alimentos *light* estimulou inclusive o uso de frutas como ingredientes, pois permite a obtenção de produtos com baixo valor calórico e características semelhantes aos alimentos convencionais (CAMPOS; CÂNDIDO, 1995).

Nesse contexto, verifica-se a necessidade de substituição do açúcar por edulcorantes que visa, não somente a expansão da disponibilidade de alimentos e bebidas para situação de restrição calórica para controle de peso, diabetes e prevenção de cáries, mas também para contornar problemas de processamento relacionados ao uso da sacarose (CAMPOS; CÂNDIDO, 1995).

Os edulcorantes compreendem um grupo de substâncias, utilizadas em substituição à sacarose, que compartilham a propriedade de interagir com receptores gustativos e produzir uma sensação que percebemos e denominamos de doce (MONTIJANO; TOMÁS-BARBERÁN; BORREGO, 1998). São substâncias consideradas não calóricas pelo fato de não serem metabolizadas pelo organismo ou por serem utilizadas em quantidades tão pequenas que o aporte calórico torna-se insignificante. Devido a essas características, são bastante utilizados em regimes dietéticos motivados por problemas de saúde, como o diabetes, ou em dietas de perda ou manutenção do peso corporal (VERMUNT et al., 2003).

O uso de combinações de edulcorantes em alimentos e bebidas tem crescido muito, pois apresentam diversas vantagens tais como: o aumento da estabilidade da doçura, o efeito de sinergismo aumentando o poder adoçante, redução dos custos trazendo benefícios às indústrias, melhoria na qualidade da

doçura, uma vez que as combinações podem reduzir efeitos indesejáveis de alguns edulcorantes quando associados a outros e a obtenção de edulcorantes com características similares à sacarose (REIS et al., 2009).

O estudo dos edulcorantes torna-se fundamental porque, embora tenham surgido substâncias capazes de suprir as necessidades dos consumidores, poucas foram comprovadamente estabelecidas como seguras para consumo humano, com bom potencial adoçante e estabilidade satisfatória (MARCELLINI; DELIZA; BOLINI, 2006).

A sucralose tem seu uso aprovado no Brasil pela Portaria nº 318 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1995), e é considerada um edulcorante de alta qualidade e elevada potência, com extraordinária estabilidade e boas características físico-químicas (solubilidade em água e etanol), o que permite sua aplicação em vários alimentos e bebidas. É derivada do açúcar através de um processo patenteado de multipassos, que substitui seletivamente 3 grupos de hidrogênio-oxigênio por 3 átomos de cloro na molécula do açúcar. Essa oportuna troca de átomos de cloro cria uma estrutura molecular que é excepcionalmente estável e aproximadamente 600 vezes mais doce que o açúcar. A sucralose apresenta o perfil de sabor mais semelhante ao do açúcar, em relação a todos os outros edulcorantes, porém sem o indesejável *aftertast* amargo/metálico. Suas ligações carbono-cloro são estáveis e não hidrolisadas durante a digestão, sendo rapidamente excretadas nas fezes. Avaliada por quinze anos, foram realizados por volta de cento e quarenta estudos em animais e humanos, concluindo que não apresenta efeitos teratogênicos, toxicidade ou carcinogenicidade (CAMPOS, 2002).

No Brasil, em 2008, foi também liberada a utilização da taumatina como edulcorante de alta intensidade, a qual é aproximadamente 10.000 vezes mais doce que a sacarose (OGATA et al., 1987). Porém, estudos sobre sua aplicação em alimentos ainda são escassos.

De acordo com a RDC 18 de 24 de março de 2008 (BRASIL, 2008) que dispõe sobre o Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos deve ser adicionada sucralose em alimentos somente até o limite máximo de 0,04 g/100g. No entanto, não existe limitação para a adição de taumatina em alimentos e bebidas.

#### **2.4 Hidrocoloides em alimentos com reduzido valor calórico**

Segundo Granada et al. (2005), os hidrocoloides já fazem parte da formulação de vários produtos manufaturados, tendo seu uso consagrado pela indústria alimentícia, onde são utilizados com diferentes propósitos. No entanto, sua aplicação em alimentos *light* e *diet* ainda está sendo estudada.

As gomas são compostos poliméricos que, quando dissolvidos ou dispersos em água, formam soluções ou dispersões viscosas. Pertencem ao grupo dos hidrocoloides ou seus derivados, os quais possuem ampla aplicação como agentes espessantes e estabilizantes. Podem ser obtidos a partir de extratos de algas marinhas (alginatos, ágar, carragenas), extratos de sementes (locusta, guar), exsudatos vegetais (arábica), microrganismos (xantana, gelana) e a partir de celulose e pectina (SANDERSON, 1981).

Esses produtos possuem a capacidade de reter grande quantidade de água, proporcionam baixos índices de calorias e acrescentam características de textura e sensação tátil bucal aos substitutos de gordura. Além disso, auxiliam na estabilização de emulsões e suspensões de partículas, no controle da cristalização, inibição de sinérese, encapsulamento e formação de filmes comestíveis (LOBO; SILVA, 2003).

A goma xantana é amplamente utilizada na indústria de alimentos devido às suas propriedades de emulsificação, suspensão, estabilização e floculação ela mantém estas características em uma ampla faixa de pH e

temperatura. Associada a outras gomas, como a locusta (jataí), proporciona textura lisa e cremosa a alimentos líquidos, com qualidade superior a outros espessantes; também apresenta como vantagem, um baixo valor calórico (0,5 kcal/g), porque somente 15% desta goma é digerido pelos processos metabólicos no organismo humano (CÂNDIDO; CAMPOS, 1995).

A goma locusta (LBG) é um polissacarídeo neutro que isoladamente não forma gel, mas pode fazê-lo junto à xantana e à k-carragena. Atua como espessante, estabilizante de emulsões e inibidor de sinérese e também apresenta estabilidade na faixa de pH de 3,5 a 11,0 (DZIEZAK, 1989).

Os doces em massa de baixo valor calórico (*light*), normalmente, são formulados através do uso de pectinas BTM (baixo teor de metoxilação), que formam gel na presença de cátions bivalentes, normalmente cálcio, não necessitando da presença de altas concentrações de açúcares, mas sendo importante o controle do pH para a estabilização do gel (CHIM, 2004).

As pectinas de baixo grau de metoxilação (BTM) não formam gel da mesma maneira que as pectinas ATM (alto grau de metoxilação), que por conterem menos de 50% de seus grupos carboxílicos esterificados, apresentam elevada proporção de grupos ácidos livres (-COO-). A estrutura tridimensional do gel de pectina BTM envolve sequências de dois ácidos galaturônicos dispostos paralelamente, formando a ponte entre íons  $\text{Ca}^{2+}$  e carboxilas livres, entrelaçando-as, estando suplementadas por pontes de hidrogênio. Zonas de junção secundárias podem surgir das pontes de hidrogênio com moléculas de água e açúcares (CAMPOS, 2000). No entanto, altas concentrações do íon cálcio podem causar formação de forças repulsivas nas zonas de junção ou ligações excessivas entre as moléculas, causando contração e gerando a sinérese, que consiste na expulsão espontânea da fase aquosa da rede do gel (NICKERSON et al., 2003).

A utilização de hidrocoloides isolados ou associados como agentes geleificantes permite a implementação das propriedades reológicas, beneficiando as características dos produtos alimentícios formulados para fins especiais, bem como de geleias *light* (VENDRAMEL; CÂNDIDO; CAMPOS, 1997). A gelatinização ocorre quando uma solução aquosa do polímero sofre resfriamento, presumivelmente pela formação de estrutura dupla-hélice para produzir rede polimérica tridimensional (GAJAR; BADRIE, 2001; VENDRAMEL; CÂNDIDO; CAMPOS, 1997).

## **2.5 Carcinogênese de cólon e avaliação *in vivo***

Frequentemente, o DNA sofre agressões por substâncias exógenas e endógenas. No entanto, as células possuem sistemas enzimáticos capazes de reparar a grande maioria desses danos. Embora esses sistemas sejam eficientes, algumas lesões, ou mesmo erros espontâneos durante a replicação do DNA, não são reparados, podendo resultar em evento mutagênico. Esse evento pode corresponder à etapa de iniciação de um processo carcinogênico (RAMEL, 1984; TUCKER; PRESTON, 1996). A iniciação é seguida das etapas de promoção, progressão e manifestação (PITOT, 1993).

A etiologia do câncer é bastante complexa e diversos fatores estão envolvidos na gênese da maioria das neoplasias malignas (WUNSCH FILHO; ZAGO, 2005), ou seja, o câncer provavelmente é determinado pela soma e/ou combinação de fatores, e não por um em particular (ROSSI; NÍVEA; FROES, 2000). Frente ao grande número de novos casos de câncer de cólon, entende-se que técnicas de prevenção, diagnóstico precoce e investimento em um novo conceito alimentar se fazem necessários (PRIMO et al., 2010).

De forma geral, os modelos *in vivo* de carcinogênese química experimental requerem longo tempo de acompanhamento dos animais para

observação de neoplasias, tornando-os dispendiosos e de execução laboriosa. Por esta razão, existe grande interesse na padronização de ensaios mais rápidos, que permitam detectar alterações que precedem o aparecimento das neoplasias (DE CAMARGO et al., 1999). Essas alterações, designadas biomarcadores, estão associadas a estágios iniciais do processo de carcinogênese e podem ser identificadas em nível molecular, celular ou morfológico (FEMIA; CADERNI, 2008; LIPPMAN et al., 1990). Como exemplo, tem-se as alterações estruturais precoces no cólon, as criptas aberrantes, que podem ser identificadas como únicas ou na forma de focos de criptas aberrantes (FEMIA; CADERNI, 2008).

Experimentalmente, os principais cancerígenos utilizados em estudos de carcinogênese química em murinos são a 1,2-dimetilhidrazina (DMH) e os seus metabolitos, o azoximetano (AOM) e a metilazoximetanol (MAM) (CARDENI et al., 1995; FEMIA; CARDENI, 2008; ROSENBERG; GIARDINA; TANAKA, 2008; SEQUEIRA; KOBAYASI; RODRIGUES, 2000). Esses modelos são reprodutíveis para diversas linhagens de ratos e camundongos e as lesões neoplásicas que se desenvolvem a principio são altamente similares aos carcinomas colorretais não familiares (“esporádicos”), propiciando estudos de quimioprevenção para esse tipo de lesão.



### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora haja relatos da inviabilidade de se produzir um doce de fruta, como a goiabada, com isenção total do açúcar na sua formulação, em decorrência do papel importante que esse ingrediente desempenha sobre parâmetros tecnológicos e sensoriais, o estudo mostrou que é viável produzir uma goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico, utilizando o sinergismo de coadjuvantes de tecnologia como hidrocoloides (pectina BTM, goma xantana e goma locusta), edulcorantes de alta intensidade (sucralose e taumatina) e os substitutos poliméricos do açúcar (FOS e polidextrose), os quais, além de proporcionarem benefícios à saúde por serem fibras e terem efeito prebiótico, desempenham importantes papéis tecnológicos como de agentes de corpo e edulcorante de baixa intensidade.

Além de agregar valor à goiaba, esse novo produto poderá ser ingerido por indivíduos diabéticos, que buscam o controle de peso e/ou a manutenção de um estilo de vida e dieta saudáveis.

Os resultados indicaram que o consumo da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada não teve efeito sobre o desenvolvimento de focos de criptas aberrantes (FCA) mucina-negativo e FCA clássico quando avaliados uma semana após término dos procedimentos de indução de mutagênese em ratos. Mas, em doses acima de 1,0g/rato/dia, potencializou a oxidação proteica, quando comparado com o que é gerado espontaneamente. O consumo diário desse novo produto também provocou o aumento da peroxidação lipídica. Tais resultados podem estar relacionados ao cenário experimental, no qual os animais receberam doses diárias do produto durante todo o período experimental.

Portanto, sugere-se que outros estudos sejam realizados a fim de investigar os efeitos desse novo produto sobre a carcinogênese de cólon, assim

como sobre outras patologias, pois seu elevado teor de fibras prebióticas indica possíveis benefícios à saúde de seus consumidores.

## REFERÊNCIAS

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

BENEO ORAFIT. **Hoja de especificaciones Orafit®P95. DOC. CHA3-04\*11/07**. 2007. Disponível em: < <http://www.orafiti.com/>>. Acesso em: 22 dez. 2010.

BENGMARK, S.; LORENZO A. G.; CULEBRAS, M. J. Use of pro, pre and symbiotics in the ICU-future options. **Nutrição Hospitalar**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 239-56, 2001.

BLAUT, M. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. **European Journal of Nutrition**, Darmstadt, v. 41, n. 1, p. 1-16, 2002.

BOYLE, P.; LANGMAN, J. S. ABC of colorectal cancer: epidemiology. **British Medical Journal**, London, v. 321, p. 805–808, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. 2008a. Disponível em: < [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm) >. Acesso em: 23 jan. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.11-E, 16 jan. 1998a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.11-E, 16 jan. 1998b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 318 de 24 de novembro de 1995. Aprova o uso de Sucralose com a função de edulcorante em alimentos e bebidas dietéticas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, nº 227, p.194061, 28 nov. 1995. Disponível em: < <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0101-2061200400030002500003&pid=S0101-20612004000300025&lng=en>>. Acesso em: 22 out. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Fixa a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, de 15 jan. 1998c, Seção I-E, p. 8. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/29\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/29_98.htm)>. Acesso em: 21 nov. 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 24 de março de 2008. Dispõe sobre o "Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos". **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, nº 57, de 25 mar. 2008. Disponível em: <[ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssp/bibliote/informe\\_eletronico/2008/iels.mar.08/iels58/U\\_RS-ANVS-RDC-18\\_240308.pdf](ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssp/bibliote/informe_eletronico/2008/iels.mar.08/iels58/U_RS-ANVS-RDC-18_240308.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2010.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba “Paluma” armazenada à -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 201-207, 2002.

CAMPOS, A. M.; CÂNDIDO, L. M. B. Formulação e avaliação físico-química e reológica de geléias de baixo teor de sólidos solúveis com diferentes adoçantes e edulcorantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 268-278, 1995.

CAMPOS, M. B. Chocolates sem adição de açúcar: matérias-primas, formulações, processo de produção e análise sensorial. In: **MANUAL técnico do Seminário de Produtos Diet e Light**. Campinas: [s. n.], 2000. 154 p.

CAMPOS, M. B. Sucralose: a revolução em adoçantes. **Revista Food Ingredients**, São Paulo, n. 19, v. 4, p. 18-21, 2002.

CARABIN, I. G.; FLAMM, W. G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Bethesda, v. 30, p. 268-282, 1999.

CHIM, J. F. **Influência da combinação de edulcorantes sobre as características e retenção de vitamina C em geléias light mista de pêssego (*Prunus persica*) e acerola (*Malpighia punicifolia*)**. 2004. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

DE CAMARGO, J. L. V. et al. The detection of chemical carcinogens in an alternative medium-term bioassay. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 22-6, 1999.

DZIEZAK, J. D. A focus on gums. **Food Technology**, Chicago, v. 43, n. 10, p. 104-116, 1989.

FARZANMEHR, H.; ABBASI, S. Effects of inulin and bulking agents on some physiochemical, textural and sensory properties of milk chocolate. **Journal of Texture Studies**, Hoboken, v. 40, p. 536-553, 2009.

FEMIA, A. P.; CADERNI, G. Rodent models of colon carcinogenesis for the study of chemopreventive activity of natural products. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 74, n. 13, p. 1602-7, 2008.

FERRAZ, M. A.; SILVA, C. A. B.; VILELA, P. S. **Programa de desenvolvimento da fruticultura no estado de Minas Gerais: caracterização da agroindústria de frutas no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: [s. n.], 2002.

GRANADA, Z. G. et al. Caracterização física, química, microbiológica e Sensorial de Geléias *light* de abacaxi, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 629-635, 2005.

JACOMINO, A. P. et al. Sensorial characteristics of 'Kumagai' guavas submitted to passive modified atmosphere in plastic packages. **Journal of Plastic Film & Sheeting**, Rochester, v. 17, p. 6-21, 2001.

JIE, Z. et al. Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, p. 1503-1509, 2000.

JOINT EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. Polydextrose. In: COMPENDIUM of food additive specifications: addendum 3. Calcutta: FAO Food and Nutrition, 1995. p. 137-144. Paper 52.

LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética em Iberoamérica: tecnologia e salud**. São Paulo: Varela, 2001. 472 p.

LAZZAROTTO, L. et al. Bala de gelatina com fibras: caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 22 - 34, 2008.

LEMOS, G. C. S. et al. Goiaba: amadurecimento, colheita, classificação, embalagem, transporte e armazenamento. **Cadernos de Horticultura da UFRS**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p.1-8, 1995.

LIPPMAN, S. M. et al. Biomarkers as intermediate end points in chemoprevention trials. **Journal of the National Cancer Institute**, Oxford, v. 82, n. 7, p. 555-60, 1990.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Aspectos tecnológicos de produtos de panificação e massas alimentícias com teor calórico reduzido. **Boletim do SBCTA**, Campinas, v. 37, n. 1, p 1-8, 2003.

MARCELLINI, P. S.; DELIZA, R.; BOLINI, H. M. A. Caracterização sensorial de suco de abacaxi concentrado, reconstituído e adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.2, p.143-150, 2006.

MONTIJANO, H.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; BORREGO, F. Propriedades tecnológicas y regulación de los edulcorantes de alta intensidad em la Unión Europea. **Food science and technology, international**, Ibaraki, v. 4, n. 1, p. 5-16, 1998.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MORORÓ, R. C. **Como montar e operar uma pequena fábrica de doces e geléias**. Viçosa, MG: CPT, 1999. p. 46-49.

NAKAMURA, J. et al. Comparison of four microbial enzymes in Clostridia and Bacteroides isolated from human feces. **Microbiology and immunology**, Tokio, v. 46, p. 487-90, 2002.

PITOT, H. C. The molecular biology of carcinogenesis. **Cancer Journal**, Villejuif, v. 72, p. 962-70, 1993.

PRIMO, M. S. et al. Avaliação da mutagenicidade e Antimutagenicidade de um biopolímero extraído do microorganismo Agrobacterium radiobacterem camundongos Swiss. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 340-347, jun./jul. 2010.

RAMEL, C. General environmental modifiers of carcinogenesis. **Acta Pharmacology and Toxicology**, Copenhagen, v. 5, n. 2, p. 181-196, 1984.

RASTALL, R. A. Functional oligosaccharides: application and manufacture. **Annual Reviews Food Science and Technology**, San Diego, v. 1, p. 305-39, 2010.

REIS, R. C. et al. Impacto da utilização de diferentes edulcorantes na aceitabilidade de iogurte “light” sabor morando. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 53-60, 2009.

RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos funcionales y nutrición óptima. **Revista da Espanha de Salud Pública**, Madrid, v. 77, n. 3, p. 317-331, 2003.

ROSENBERG, D. W.; GIARDINA, C.; TANAKA, T. Mouse models for the study of colon carcinogenesis. **Carcinogenesis**, Oxford, v. 30, n. 2, p. 183-196, 2008. (in press).

ROSSI, A.; NÍVEA, D. T.; FROES, C. Suscetibilidade genética, biometabolismo e câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 26-31, 2000.

SANDERSON, G. R. Polysaccharides in foods. **Food Technology**, Chicago, p. 50-83, 1981.

SÃO PAULO. Secretaria Geral Parlamentar. Departamento de Documentação e Informação. **Decreto nº 12.486, de 20 de outubro de 1978**. Aprova Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1978/decreto%20n.12.486,%20de%2020.10.1978.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2010.

SEQUEIRA, J. L.; KOBAYASI, S. K.; RODRIGUES, M. A. M. Early and late effects of wound healing on development of colon tumors in a model of colon carcinogenesis by 1,2 dimethylhydrazine in the rat. **Pathology**, Sidney, v. 32, n. 4, p. 250-252, 2000.

TORRES, A.; THOMAS, R. D. Polydextrose and its applications in foods. **Food Technology**, Chicago, v. 35, n. 7, p. 44-49, 1981.

TUCKER, J. D.; PRESTON, R. J. Chromosome aberrations, micronuclei, aneuploidy, sister chromatide exchanger and cancer risk assessment. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 365, p. 147-59, 1996.

VENDRAMEL, S. M. R.; CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Avaliação reológica e sensorial de geléias com baixo teor de sólidos solúveis com diferentes hidrocolóides obtidas a partir de formulações em pó. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 37-56, 1997.

VERMUNT, S. H. F et al. Effects of sugar intake on body weight: a review. **Obesity reviews**, Oxford, v. 2, n. 4, p. 91-99, 2003.

WUNSCH FILHO, V.; ZAGO, M. A. Modern cancer epidemiological research: genetic polymorphisms and environment. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, p. 490-497, 2005.



ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Production of guava nursery plants (*Psidium guajava* L.) on different substrates. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 29, n. 1, p. 137–142, 2007.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**

**ARTIGO 1 ELABORAÇÃO E TESTE DO CONCEITO DO NOVO  
PRODUTO: GOIABADA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR E COM  
PREBIÓTICO**

Norma NBR 6022:2003

## RESUMO

Os consumidores estão, cada vez mais, em busca de produtos que tragam benefícios à saúde. Portanto, este trabalho teve como objetivo elaborar e testar o conceito de um novo produto (goiabada sem adição de açúcar e com prebiótico), assim como determinar o seu público-alvo. Utilizou-se a técnica grupo de foco para definir o conceito do novo produto, e uma pesquisa de mercado realizada com 388 pessoas da cidade de Lavras – MG para testar o conceito desse novo produto e determinar o perfil dos potenciais consumidores do mesmo. O conceito do novo produto (goiabada sem adição de açúcar e com prebiótico) foi definido como: goiabada tipo cascão em corte, e sua embalagem deve lembrar as características de um produto artesanal e ser transparente para possibilitar que o consumidor avalie a aparência do produto no momento da compra. O público alvo desse produto são pessoas de ambos os sexos, de classes de maior renda da sociedade (acima de 6 salários mínimos), com idade acima de 36 anos e que buscam, além do controle de peso, alimentos que tragam benefícios à saúde, porém, não apenas no sentido curativo mas, principalmente para a redução do risco de doenças e melhoria do bem-estar. Ressalta-se que esse novo produto poderá ter sucesso no mercado, também entre os consumidores que não consomem goiabada convencional.

Palavras-chave: Grupo de foco. Pesquisa de mercado. Consumidores.

## ABSTRACT

The consumers are increasingly in search of products that provide additional health benefits. Therefore, the objective of this work was to elaborate and test the concept of new product (guava with no added sugar and with prebiotics), as well as determining its target public profile. The focus group technique was used to determine the concept of the new product. A market study applied to 388 consumers from the city of Lavras-MG was used to test the concept of this new product and determine the profile of the potential consumers of that product. The concept of new product (guava preserve with no added sugar and with prebiotics) has been defined as: guava preserve, cutting and its packaging remember the features a handcrafted product and be transparent to enable the consumer to assess the appearance of the product in time of purchase. The target audience of this product are people of both sexes, of high income classes, (income more than 6 minimum wages), older (over 36 years) and are seeking, in addition to weight control, food that will bring additional benefits to health, however, not only towards healing, but mainly to reduce the risk of disease and improve well-being. It is noteworthy that this new product can succeed in the marketplace, even among consumers who do not consume conventional guava.

**Keywords:** Focus groups. Market research. Consumers.

## 1 INTRODUÇÃO

A goiaba é um fruto que possui grande valor nutricional e é muito cultivada no Brasil. Porém, devido a seu caráter perecível, o excedente de produção deve ser processado rapidamente para evitar perdas. A produção do doce de goiaba é uma alternativa para muitos produtores, mas, este produto, que muitas vezes é produzido de forma rudimentar (FERRAZ; SILVA; VILELA, 2002), pode ser obtido com maior inovação tecnológica para buscar não só o aumento do mercado regional, mas também conquistar espaço de maior destaque em outros estados do país e, até mesmo, em outros países.

Visto que adequar-se a hábitos alimentares saudáveis tornou-se prioridade para muitos consumidores (LEBESI; TZIA, 2009), uma forma de agregar valor ao doce de goiaba é promover alguma inovação no mesmo, para que este atenda as novas demandas dos consumidores. Cada vez mais, novos produtos com propriedades funcionais são desenvolvidos por meio da modificação de fórmulas alimentares tradicionais, eliminando ou substituindo alguns ingredientes (gordura, açúcar, entre outros) e/ou adicionando compostos que proporcionem benefícios para a saúde dos consumidores como fibras solúveis, ácidos graxos n-3, vitaminas e fitoesteróis (FOGLIANO; VITAGLIONE, 2005). Os produtos com redução de açúcares e calorias têm tido maior inserção no mercado, principalmente pela grande oferta de substitutos de açúcar que surgiram nos últimos anos (FERRER; THURMAN, 2010; GARCIA, 2000). Entre os ingredientes funcionais, os prebióticos exercem propriedades nutricionais que são provenientes da resistência às atividades hidrolíticas na parte superior do trato digestivo de organismos monogástricos, seguido de fermentação extensa no intestino grosso, levando a um aumento da biomassa bacteriana e, conseqüentemente, da massa fecal (ROBERFROID; DELZENNE, 1998). Segundo estudos, tais ocorrências podem trazer uma série de benefícios

aos consumidores, como a prevenção da constipação, diverticulose, doenças cardiovasculares e câncer (HUMBLE; MALARCHER; TYROLER, 1993; KRITCHEVSKY, 2001).

Tanto para investir no desenvolvimento de um novo produto, como para lançá-lo no mercado, deve-se, primeiramente, elaborar o conceito desse produto, avaliá-lo e determinar o seu público-alvo, visto que são vários os fatores que interferem no comportamento de compra e que afetam a escolha do consumidor por determinado produto ou marca. Fatores culturais, sociais, familiares, econômicos e psicológicos agem em conjunto de forma a tornar complexa a identificação do fator preponderante em uma decisão de compra (ENGELS; BLACKWELL; MINIARD, 2000; NEWMAN; SHETH; MITTAL, 2001). O conhecimento desses fatores torna-se primordial na busca da tão almejada vantagem competitiva pelas organizações, podendo contribuir decisivamente para a definição de estratégias e compostos de marketing (SOLOMON, 2002).

Uma técnica que vem sendo empregada para a elaboração do conceito de novos produtos é o grupo de foco, que de acordo com Casey e Krueger (1994) é definida como um meio de entrevista cuidadosamente planejada, com o intuito de obter percepções individuais de um grupo de pessoas sobre determinada área, assunto ou produto. Grupos de foco são recomendados quando o objeto de estudo é o entendimento do pensamento do grupo, e também quando pouco é conhecido sobre o alimento ou assunto estudado (MINIM; DELLA LUCIA, 2006). Desta forma, possui um caráter de pesquisa exploratória.

Elaborado o conceito do novo produto, faz-se necessário testá-lo e, segundo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística - IBOPE (2009), a pesquisa de mercado é a melhor e mais confiável ferramenta para obtenção de informações representativas sobre determinado público-alvo. Além de permitir o teste de novas hipóteses, conceitos ou produtos, a pesquisa de mercado auxilia

na identificação de problemas e oportunidades e ajuda a traçar perfis de consumidores e mercados (MALHOTRA, 2005).

Diante da necessidade de agregar valor à tradicional goiabada, este trabalho teve como objetivo elaborar e testar o conceito de um novo produto (goiabada sem adição de açúcar e com prebiótico), assim como determinar o seu público alvo.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Grupo de foco**

As sessões de grupo de foco foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG e foram planejadas e conduzidas de acordo com as etapas descritas por Casey e Krueger (1994). Estas etapas envolveram planejamento da pesquisa, adequação do roteiro de perguntas, recrutamento dos participantes, condução das sessões e análise dos dados.

Aplicou-se, inicialmente, um questionário de recrutamento a 60 consumidores. Vinte e quatro pessoas foram recrutadas a partir das respostas desse questionário utilizando-se os seguintes critérios para seleção: ter interesse e disponibilidade de tempo para participar do estudo, hábito de consumo de goiabada, praticar atividade física, possuir certas patologias (hipercolesterolemia, hipertensão e diabetes melitus), estado civil e renda familiar mensal. Dessa maneira, selecionaram-se três grupos com 8 participantes cada, homogêneos em relação a determinada característica: Grupo 1: praticantes regulares de atividade física (pelo menos 3 vezes por semana); Grupo 2: mulheres casadas, com filhos e com renda familiar mensal maior que 6 salários mínimos; Grupo 3: pessoas com algum tipo de doença crônica não transmissível como diabetes, os quais participaram da primeira, segunda e terceira sessão de grupo de foco, respectivamente.

Os três grupos foram convocados em datas e horários distintos para comparecerem ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, onde um moderador conduziu as sessões de grupo de foco. Todos os participantes se acomodaram em local confortável que favoreceu a



interação, contato visual e harmonia na discussão. As três sessões foram gravadas e duraram cerca de 60 minutos cada.

No início de cada sessão, o moderador apresentou o propósito da técnica, o papel do moderador e o objetivo do estudo. Aos participantes foi assegurado que não existiam respostas certas ou erradas para as questões abordadas e foram encorajados a expressar suas opiniões, mesmo que estas fossem divergentes das respostas dos demais membros do grupo.

O andamento das sessões foi direcionado por roteiro de perguntas previamente elaborado (Quadro 1). Para favorecer as discussões a respeito da embalagem ideal para o novo produto foram apresentadas nove goiabadas comerciais acondicionadas em diferentes embalagens (Quadro 2). Essas goiabadas foram adquiridas em estabelecimentos comerciais da cidade de Lavras, MG.

Quadro 1 Roteiro de perguntas para as sessões de grupo de foco

**ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA O GRUPO DE FOCO**

- 1) O que é mais importante no momento da compra de uma goiabada?
- 2) Quais são os motivos que te levam a consumir goiabada?
- 3) Você prefere goiabadas artesanais ou industrializadas?
- 4) Você consumiria uma goiabada sem adição de açúcar (sacarose) e com adição de prebiótico (fibras alimentares que poderão promover o crescimento de bactérias benéficas no cólon e diminuir a absorção de açúcares, gorduras, entre outros, da dieta)? Sim ou não? Por quê?
- 5) Você prefere que esse novo produto seja em massa (corte) ou em pasta?
- 6) Você prefere que esse novo produto seja uma goiabada cascão ou lisa?
- 7) Em média, uma goiabada *diet* custa R\$ 8,30 por 250g. Qual o preço que você pagaria por esse novo produto (por 250g)?
  - < R\$ 8,00
  - R\$ 8,00 – R\$ 10,00
  - R\$ 10,00 – R\$ 12,00
  - R\$ 12,00 – R\$ 14,00
  - R\$ 14,00 – R\$ 16,00
- 10) Na sua opinião, entre as embalagens de goiabada apresentadas, qual é o tipo e tamanho que você acha ideal para esse novo produto?

Quadro 2 Descrição das goiabadas e suas respectivas embalagens as quais foram apresentadas nas sessões de grupos de foco

<b>Identificação</b>	<b>Tipo de goiabada</b>	<b>Tamanho da embalagem</b>	<b>Material da embalagem</b>
<b>Goiabada 1</b>	Lisa em massa	600 g	Lata
<b>Goiabada 2</b>	Lisa em massa	1.000 g	1 filme plástico transparente
<b>Goiabada 3</b>	Cascão em massa	680 g	Caixa de madeira recoberta por filme plástico transparente
<b>Goiabada 4</b>	Lisa em massa	500 g	Pote de plástico com tampa de filme plástico transparente
<b>Goiabada 5</b>	Cascão em massa diet	240 g	2 filmes plásticos transparentes
<b>Goiabada 6</b>	Lisa em massa	400 g	1 filme plástico transparente
<b>Goiabada 7</b>	Lisa em massa	Embalagem porcionada com 3 tabletes com 39g cada	Embalagem primária: 1 filme transparente; Embalagem secundária: 1 filme transparente
<b>Goiabada 8</b>	Cascão em massa	Embalagem individual: 20 g	1 filme transparente
<b>Goiabada 9</b>	Cascão em pasta	A granel	Copo descartável de polietileno

Após o término das sessões de grupo de foco, realizou-se a análise das anotações e das gravações. Em seguida, as respostas para cada uma das questões abordadas foram examinadas de uma só vez, visando comparar as respostas dadas pelos diferentes participantes a uma mesma questão. Os dados obtidos nas sessões de grupos de foco foram agrupados, também, por análise de frequência para facilitar o entendimento dos resultados utilizando-se o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS – versão 17.0).

## 2.2 Pesquisa de mercado

Para a coleta dos dados, que são classificados como dados primários, foi utilizada uma pesquisa quantitativa (MALHOTRA, 2005). Considerando a população de Lavras/MG próxima de 100.000 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010), heterogênea, e utilizando-se um nível de confiança de 95% e um erro amostral de  $\pm 5\%$ , o número amostral desse estudo de mercado para produzir resultados confiáveis deveria ser de pelo menos 383 pessoas. Portanto, foram entrevistados 388 pessoas acima de 18 anos em supermercados localizados em diferentes locais da cidade de Lavras-MG em diferentes dias e horários. O número de pessoas entrevistadas em cada supermercado foi proporcional ao fluxo diário de clientes nos mesmos. Dessa forma, a amostragem foi não probabilística por conveniência (MALHOTRA, 2005).

A pesquisa foi realizada por meio de entrevista pessoal e o instrumento utilizado foi um questionário previamente elaborado que abordava, além dos dados demográficos, questões como o hábito de consumir goiabada, fatores determinantes na escolha de uma goiabada, se consomem produtos *diet* e/ou *light*, se praticam atividade física, frequência do consumo de frutas e hortaliças, se possuem algum tipo de doença crônica degenerativa e se consumiriam o novo produto (goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico).

Antes de verificar a intenção de consumir o novo produto entre os entrevistados, o entrevistador descreveu seu o conceito para todos os entrevistados e, após esclarecimentos, eles foram questionados se o consumiriam. Houve a preocupação em deixar claro que a retirada de 100% dos açúcares presentes na formulação do novo produto será suficiente para classificá-lo como *diet* (sem adição de açúcares) e, possivelmente, como *light* (de baixo valor calórico) (BRASIL, 1998 a; BRASIL, 1998b).

Os dados coletados foram analisados por meio de análise de frequência, tabulação cruzada entre a intenção de consumir o novo produto e as demais variáveis avaliadas (dados demográficos, consumo de goiabada, de produtos *diet* e *light* e de frutas e hortaliças, frequência de prática de atividade física e se possuem alguma doença crônica não transmissível). Para avaliar os interferentes sobre a intenção de compra aplicou-se o teste de qui-quadrado. Utilizou-se o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS – versão 17.0).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Grupo de foco**

Como cada uma das sessões de grupo de foco foi homogênea em relação a alguma característica específica, a Tabela 1 demonstra a descrição geral do perfil demográfico dos participantes de cada uma delas. Cabe ressaltar que, em relação à faixa etária, também houve uma distribuição homogênea entre as sessões (Tabela 3), sendo que na primeira prevaleceu pessoas jovens (até 40 anos), já a segunda sessão foi formada por mulheres com idade entre 26 e 60 anos, e na sessão 3 predominou pessoas com idade acima de 41 anos.

Todos os participantes do grupo de foco consomem goiabada (Gráfico 1) e têm hábito de consumir frutas e hortaliças. No entanto, a maioria das mulheres casadas e das pessoas com algum tipo de patologia crônica consome goiabada apenas eventualmente. Como a maior parte dos participantes da sessão 3 têm diabetes melitus, eles atribuem o baixo consumo de goiabada, e doces em geral, à restrição dietética ocasionada pela doença, pois tais produtos apresentam altos índices glicêmicos (BELL; SEARS, 2003). Já, as mulheres casadas disseram que o baixo consumo está ligado, principalmente, a restrição calórica para controle de peso, e também, pela falta de hábito familiar de consumir doces de frutas.

Tabela 1 Perfil demográfico dos participantes das sessões dos grupos de foco

<b>Variáveis demográficas</b>	<b>Respostas</b>	<b>Sessão 1: Praticantes de atividade física (%)</b>	<b>Sessão 2: Mulheres casadas (%)</b>	<b>Sessão 3: Pessoas que possuem alguma patologia crônica (%)</b>
<b>Sexo</b>	Feminino	70%	100%	50%
	Masculino	30%	-	50%
<b>Faixa etária (anos)</b>	15-25	70%	-	-
	26-40	30%	25%	-
	41-60	-	75%	88%
	acima de 60	-	-	12%
<b>Grau de instrução</b>	1º grau	-	-	38%
	2º grau	-	25%	25%
	Superior	80%	12,5%	25%
	incompleto	-	12,5%	12%
	Superior completo	20%	40%	-
	Pós-graduação	-	-	-
<b>Renda familiar mensal (salários mínimos)</b>	1 a 5	50%	-	20%
	6 a 10	50%	25%	30%
	11 a 20	-	63%	50%
	> 20	-	12%	-

Entre os participantes da sessão 3 (possuem alguma patologia crônica degenerativa), 75% tem diabetes melitus, 88% tem hipertensão arterial e 12% tem hipercolesterolemia.

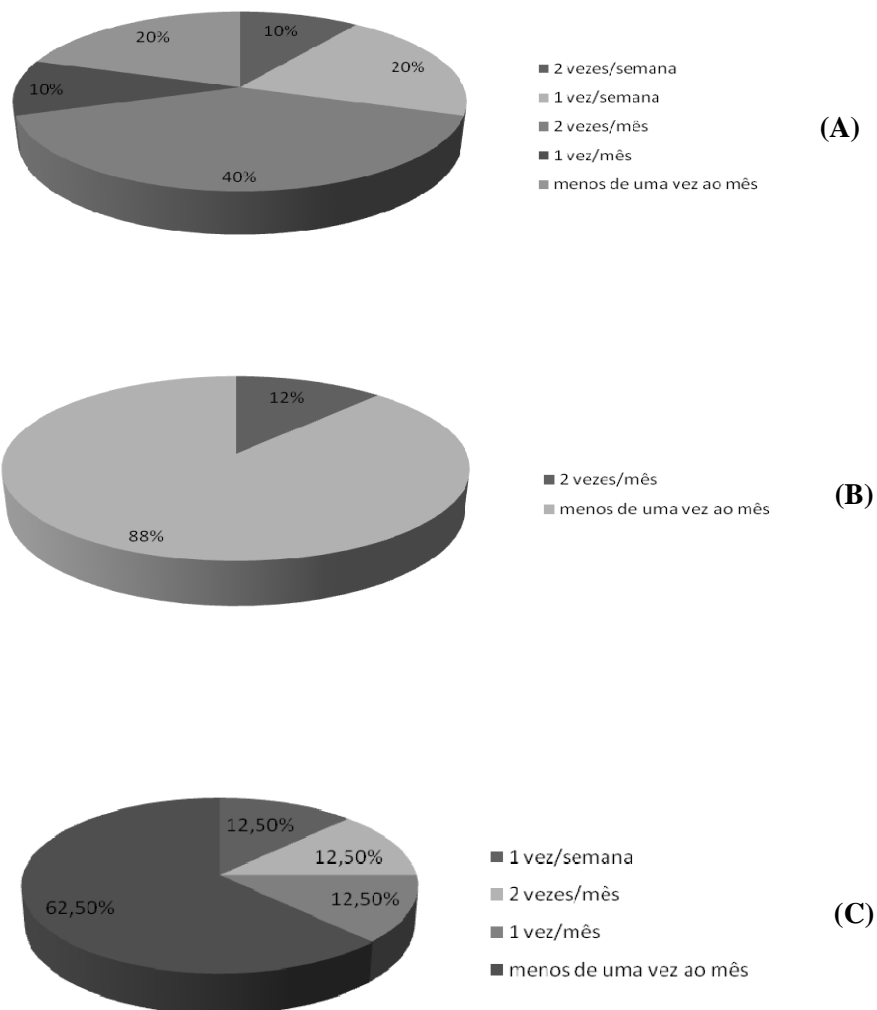


Gráfico 1 Frequência de consumo de goiabada dos participantes do grupo de foco sessão 1 (A), sessão 2 (B) e sessão 3 (C)

Segundo Constant, Stringheta e Sandi (2002), os consumidores buscam cada vez mais produtos convenientes que aliam praticidade, sabor agradável e uma aparência atraente. No presente estudo, observou-se que 100% dos participantes da primeira sessão e 62,5% dos participantes da segunda e terceira sessões citaram a aparência da goiabada como fator fundamental na decisão de compra, seguidos pela embalagem, preço e marca.

Quando perguntados sobre qual o motivo do consumo de goiabada, todos os participantes do grupo de foco responderam que é por que gostam da mesma. No entanto, os participantes da sessão 1 (pessoas que praticam atividade física) ainda ressaltaram o consumo desse doce tendo em vista seu valor nutricional quando comparados com outras guloseimas. Tais declarações corroboram com relatos de que tem havido um interesse crescente na relação entre o consumo de frutas e produtos hortícolas, e o risco de várias doenças como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular (NILSSON; STEGMARK; AKESSON, 2004; TEMPLE, 2000; ZHANG et al., 2010).

Entre os participantes do grupo de foco, 21 disseram que preferem goiabada do tipo artesanal, ou seja, produzida nas suas próprias residências ou nas de familiares, ou em agroindústrias de pequeno porte. Tal fato indica que apesar do crescente aumento da busca dos consumidores por produtos industrializados (POPKIN, 2001; WOLK et al., 1999), quando se trata de doces de frutas, eles atribuem maior qualidade sensorial àqueles produzidos artesanalmente.

O consumo de produtos *diet* e/ou *light* não foi consenso entre todos os participantes. No grupo de praticantes de atividade física, apenas 50% afirmaram consumir produtos dessa classe. Já, no grupo de mulheres casadas, 62,5% das participantes afirmaram consumir pelo menos algum tipo de produto *diet* e/ou *light*, principalmente produtos lácteos e refrigerantes, por motivos de saúde e/ou



manutenção da estética. Àquelas que não consomem produtos *diet* e/ou *light* afirmaram não gostar ou não acreditar nos seus possíveis benefícios. Dentre os participantes com alguma patologia, 75% afirmaram consumir esses produtos, principalmente para o controle do peso e do diabetes melitus, já que grande parte desses alimentos tem baixo valor calórico e são destinados a atenderem distúrbios no metabolismo (BRASIL, 1998a; BRASIL, 1998b).

No entanto, todos os participantes das três sessões afirmaram que consumiriam o novo produto: goiabada sem adição de açúcar e com adição de prebiótico, desde que tenha sabor agradável, traga benefícios à saúde e tenha um preço acessível, ou seja, até R\$ 8,00 por 250 g do produto. Mesmo sabendo que, em média, uma goiabada *diet* (sem adição de açúcar) com peso líquido igual a 250 g custa R\$ 8,30, eles consideraram que esse preço já era demasiadamente elevado e, portanto, não pagariam mais pela adição das fibras prebióticas. Tal constatação poderá atribuir ao produto uma desvantagem competitiva, que segundo Porter (1991) caracteriza-se pelos consumidores não estarem dispostos a pagar um preço mais elevado no momento de consumo por um produto diferenciado.

Além da restrição atribuída ao preço, 80% dos participantes alegaram que preferiam que a goiabada sem adição de açúcar e com prebiótico fosse em massa (corte) e do tipo cascão. A preferência pela goiabada tipo cascão pode conferir benefícios nutricionais aos seus consumidores, pois, ao contrário da goiabada lisa, que é produzida apenas com a polpa da goiaba refinada (passa pela peneira para se retirar as semente e parte da composição fibrosa da fruta), na produção da goiabada cascão utiliza-se, também, pedaços íntegros do mesocarpo (MORORÓ, 1999), deixando o produto mais rico em fibras alimentares, as quais estão sendo amplamente reconhecidas como uma das importantes substâncias alimentares necessárias para uma boa saúde (LEBESI; TZIA, 2009; LEE; INGLET; CARRIERE, 2004).

A preferência pelo tamanho das embalagens entre os grupos foi bastante heterogênea. Os praticantes de atividade física relataram que preferem embalagens menores (até 240 g), pois a maioria deles mora sozinho. Entre as mulheres casadas e com filhos houve uma ligeira preferência pelas embalagens maiores (680g e 1kg), pois alegaram que o produto seria consumido por toda a família, assim como para o grupo de pessoas com patologias.

Os materiais de embalagens preferidos foram: a caixa de madeira recoberta por filme plástico transparente e o sistema de embalagem formado por um filme plástico transparente aderido ao doce (embalagem primária) e recoberto por outro filme transparente (embalagem secundária). Essa preferência foi justificada pelo fato da caixa de madeira estar ligada ao rústico, caracterizando um produto artesanal e pela transparência do filme possibilitar que os consumidores avaliem a aparência do produto contido, o que já foi relatado anteriormente como fator fundamental na hora da compra.

### **3.2 Pesquisa de Mercado**

Verificou-se que 69,1% dos consumidores consomem goiabada e entre eles, 54,9% apresentam frequência de consumo de apenas uma vez por mês ou até menor, mostrando que a goiabada não é um produto de consumo diário. Observa-se no Gráfico 2 que os atributos de qualidade que mais influenciam na compra de uma goiabada são a qualidade sensorial e a aparência, assim como foi relatado pelos participantes das sessões de grupo de foco.

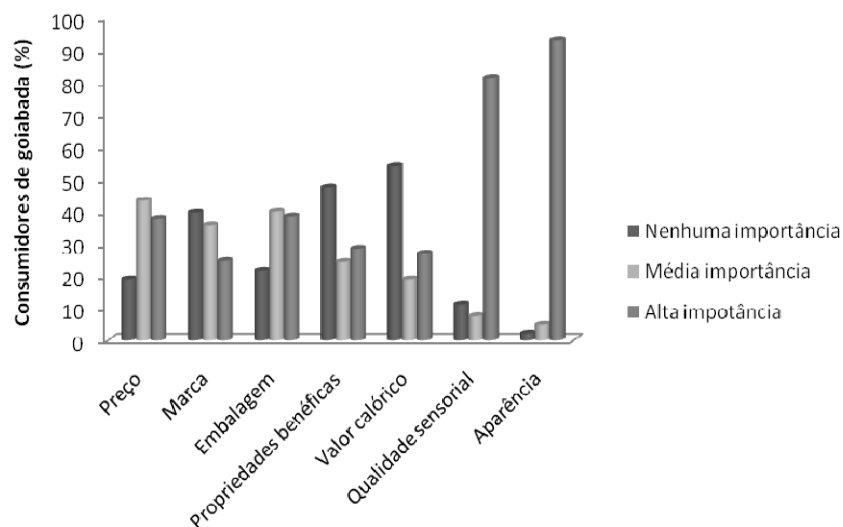


Gráfico 2 Grau de importância dos atributos de qualidade que interferem na escolha de goiabada pelos consumidores de Lavras - MG

De modo geral, Bellise (1999) e Delamaire e Gautier (2004) ressaltaram que o aparecimento e o consumo de produtos *light* e/ou *diet* (que é o caso da goiabada sem adição de açúcar) foram justificados, desde o princípio, pelo interesse dos consumidores em manter ou alterar sua estética corporal. No entanto, essa pesquisa revelou que os consumidores estão cada vez mais buscando alimentos que tragam benefícios à saúde, o que mostra o Gráfico 3. Portanto, a não preocupação com esses valores quando se trata do consumo de goiabada convencional (Gráfico 2), pode ser pelo fato de que as indústrias processadoras desse produto ainda não estarem explorando esses atributos no marketing das mesmas.

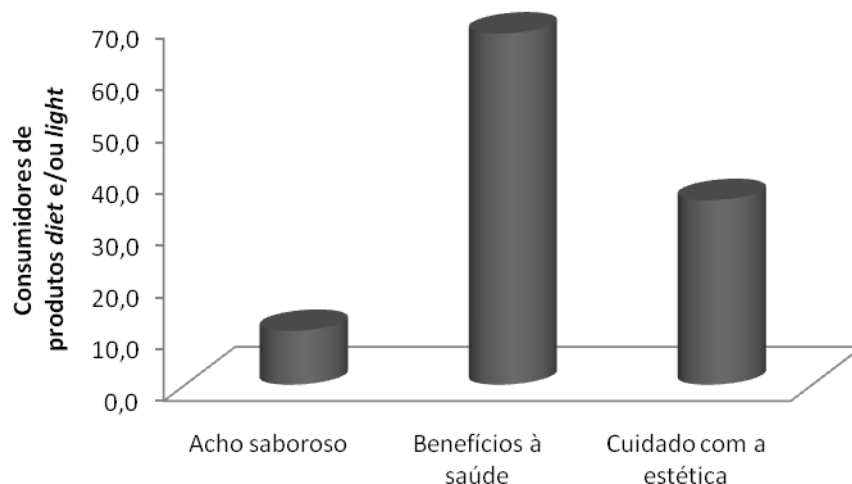


Gráfico 3 Fatores determinantes do consumo de produtos *diet* e/ou *light*

Entre as características demográficas avaliadas, observa-se que não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na intenção de consumir o novo produto para as variáveis: sexo e estado civil (Tabela 2); mostrando que a goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico tem apelo de mercado para pessoas de ambos os sexos, casadas ou solteiras. Isso revela o aumento da preocupação masculina com a saúde e estética corporal, uma vez que em pesquisa realizada em 2002, Delamaire e Gautier (2004) revelaram que as mulheres, em relação aos homens, eram mais adeptas ao consumo de produtos *light* e/ou *diet*.

Em relação às variáveis renda e idade, verificou-se que há maior intenção de consumir o novo produto entre as pessoas com renda maior que seis salários mínimos e com idade acima de 36 anos (Tabela 2). Essa relação pode ser decorrente da elevação da incidência de comorbidades em pessoas inseridas em maiores faixas etárias (POPELKA et al., 2004) e, portanto, se preocupam

mais com a saúde. Além disso, o custo elevado desse tipo de produto pode restringir o acesso à população de baixa renda, pois segundo Lucchese, Batalha e Lambert (2006), no Brasil, embora tenha sido comprovada uma democratização do seu consumo, o maior volume de compra de produtos *light* e ou *diet* é, ainda, realizado pelas classes A e B (75%).

Tabela 2 Resultado da análise de tabulação cruzada entre a “intenção de consumir o novo produto” e as variáveis demográficas analisadas

Variáveis	Respostas	Intenção de consumir o novo produto						p*
		Certamente consumiria		Talvez consumiria		Certamente não consumiria		
		n	%	N	%	n	%	
<b>Sexo</b>	Masculino	87	58,8	19	12,8	42	28,4	0,212
	Feminino	160	66,7	30	12,5	50	20,8	
<b>Idade</b>	18-25 anos	42	51,9	18	22,2	21	25,9	0,041
	26-35 anos	52	62,7	12	14,5	19	22,9	
	36-50 anos	84	69,4	12	9,9	25	20,7	
	> 50 anos	69	67,0	7	6,8	27	26,2	
<b>Estado civil</b>	Casado	134	68,4	17	8,7	45	23,0	0,130
	Solteiro	112	58,6	32	16,8	47	24,6	
<b>Renda familiar</b>	até 1 salário	22	50,0	11	25,0	11	25,0	0,018
	2 a 3 salários	80	65,6	14	11,5	28	23,0	
	4 a 5 salários	61	57,0	19	17,8	27	25,2	
	6 a 10 salários	45	72,6	4	6,5	13	21,0	
	> 10 salários	39	73,6	1	1,9	13	24,5	

\*Valor-p do teste de qui quadrado para homogeneidade

Constatou-se que a intenção de consumir o novo produto foi maior entre as pessoas que consomem goiabada convencional, produtos *diet* e/ou *light* e que consomem frutas com maior frequência (Tabela 3). No entanto, entre as pessoas que relataram não consumir goiabada convencional, mais da metade (55%) demonstrou interesse em experimentar a goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico, o que pode ser devido ao seu baixo calórico e/ou possíveis benefícios à saúde.

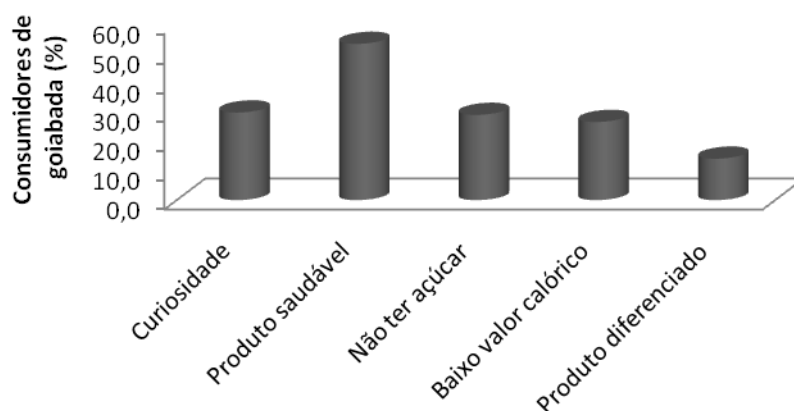
O fato de que a causa que mais contribui para a intenção de consumir esse novo produto é por ser um “produto saudável” (Gráfico 4) e a existência de relação direta entre a frequência de consumo de frutas e de produtos *diet* e/ou *light* com a intenção de consumir a goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico (Tabela 3) são indícios que os consumidores estão se conscientizando que a nutrição está se movendo em direção ao uso de alimentos para promover melhor saúde e bem-estar, assim como os chamados de alimentos funcionais (CARDARELLI et al., 2008; LUCKOW; DELAHUNTY, 2004).

Tabela 3 Resultado da análise de tabulação cruzada entre a “intenção de consumir o novo produto” e os hábitos alimentares, frequência em que praticam atividade física e a incidência de doenças crônico degenerativas

Variáveis	Respostas	Intenção de consumir o novo produto						p*
		Certamente consumiria		Talvez consumiria		Certamente não consumiria		
		N	%	N	%	N	%	
<b>Consome goiabada convencional?</b>	Sim	200	74,6	30	11,2	38	14,2	0,000
	Não	47	39,2	19	15,8	54	45,0	
<b>Consome produtos <i>diet</i> e/ou <i>light</i></b>	Sim	153	75,7	18	8,9	31	15,3	0,000
	Não	94	50,5	31	16,7	61	32,8	
<b>Frequência de consumo de frutas</b>	Diariamente	141	66,2	19	8,9	53	24,9	0,037
	3 vezes/semana	64	69,6	15	16,3	13	14,1	
	2 vezes/semana	23	56,1	6	14,6	12	29,3	
	1 vez/semana	10	55,6	4	22,2	4	22,2	
	2 vezes/mês	2	50,0	1	25,0	1	25,0	
	1 vez/mês	2	40,0	2	40,0	1	20,0	
	< 1 vez/mês	5	33,3	2	13,3	8	53,3	
<b>Qual a frequência que pratica atividade física</b>	Diariamente	26	65,0	4	10,0	10	25,0	0,234
	6 vezes/semana	5	62,5	2	25,0	1	12,5	
	5 vezes/semana	14	63,6	2	9,1	6	27,3	
	4 vezes/semana	15	62,5	4	16,7	15	20,8	
	3 vezes/semana	33	55,9	10	16,9	16	27,1	
	2 vezes/semana	18	64,3	1	3,6	9	32,9	
	1 vez/semana	10	83,3	0	0	2	16,7	
<b>Possui alguma doença crônica degenerativa?</b>	< 1 vez/semana	26	66,7	10	25,6	3	7,7	0,591
	Não pratica	100	64,1	16	10,3	40	25,6	
<b>Possui alguma doença crônica degenerativa?</b>	Sim	72	67,3	11	10,3	24	22,4	0,591
	Não	175	62,3	38	13,5	68	24,2	

\*significativo ao nível de 5% pelo teste de Qui-quadrado

Esperava-se que a intenção de consumir o novo produto fosse maior entre as pessoas que possuem alguma doença crônico-degenerativa (hipertensão, diabetes, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia) (Tabela 3), pois sabe-se que essas comorbidades estão diretamente relacionadas aos hábitos alimentares e estilo de vida (POPELKA et al., 2004). Esse resultado evidencia que o consumo desse novo produto não é restrito às pessoas que possuem alguma doença crônico-degenerativa.



Fatores determinantes do consumo de goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebióticos

Gráfico 4 Fatores determinantes do consumo de goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico em Lavras-MG

#### **4 CONCLUSÃO**

Com o presente estudo, o conceito do novo produto (goiabada sem adição de açúcar e com prebiótico) foi definido como: goiabada tipo cascão, em corte e, apesar de ser um produto não convencional, sua embalagem deve lembrar as características de um produto artesanal e ser transparente para possibilitar que o consumidor avalie a aparência do produto no momento da compra.

O público-alvo desse produto são pessoas de ambos os sexos, de classes de maior renda da sociedade (acima de 6 salários mínimos), com idade acima de 36 anos e que buscam, além do controle de peso, alimentos que tragam benefícios adicionais à saúde, porém, não apenas no sentido curativo, mas, principalmente para a redução do risco de doenças e melhoria do bem-estar. Ressalta-se, que esse novo produto poderá ter sucesso no mercado, também entre os consumidores que não consomem goiabada convencional.



## REFERÊNCIAS

BELL, S. J.; SEARS, B. Low-glycemic load diets: impact on obesity and chronic diseases. **Critical reviews in food science and nutrition**, Boca Raton, v. 43, n. 4, p. 357-77, 2003.

BELLISE, F. **Le comportement alimentaire humain**: approche scientifique. Paris: Institut Danone, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.11-E, 16 jan.1998a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.11-E, 16 jan.1998b.

CARDARELLI, H. R. et al. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese, **LWT**, Zurich, v. 41, p. 1037–1046, 2008.

CASEY, M. A.; KRUEGER, R. A. Focus group interviewing. In: MACFIE, H. J. H.; HOMSON, D. M. H. (Ed.). **Measurement of food preferences**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994. cap. 4, p. 77-96.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2002.

DELAMAIRE, C.; GAUTIER, A. **Perception de l'alimentation, surpoids et activité physique**: baromètre santé nutrition 2002. [S.l.]: INPES, 2004.

ENGELS, J. E.; BLACKWELL, R. D; MINIARD, P. W. **Comportamento do consumidor**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

FERRAZ, M. A.; SILVA, C. A. B.; VILELA, P. S. **Programa de desenvolvimento da fruticultura no estado de Minas Gerais: caracterização da agroindústria de frutas no estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: [s. n.], nov. 2002.

FERRER, I.; THURMAN, E. M. Analysis of sucralose and other sweeteners in water and beverage samples by liquid chromatography/time-of-flight mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, New York, v. 1217, p. 4127–4134, 2010.

IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. Disponível em: <[www.ibope.com.br](http://www.ibope.com.br)>. Acesso em: 07 de setembro de 2009

HUMBLE, C. G.; MALARCHER, A. M.; TYROLER, H. A. Dietary fiber and coronary heart disease in middle-aged hypercholesterolemic men. **American Journal of Preventive Medicine**, New York, v. 9, n. 4, p. 197–202, 1993.

KRITCHEVSKY, D. Caloric restriction and cancer. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, Tokyo, v. 47, n. 1, p. 13–19, 2001.

LEBESI, D. M.; TZIA, C. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. **Food Bioprocess Technology**, Dublin, v. -, n. -, p. --, 2009.

LEE, S.; INGLETT, G. E.; CARRIERE, C. J. Effect of nutrium oat bran and flaxseed on rheological properties of cakes. **Cereal chemistry**, St. Paul, v. 81, n. 5, p. 637–642, 2004.

LUCCHESI, T.; BATALHA, M. O.; LAMBERT, J. L. Marketing de alimentos e o comportamento de consumo: proposição de uma tipologia do consumidor de produtos *light* e/ou *diet*. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 227-239, 2006.

LUCKOW, T.; DELAHUNTY, C. Consumer acceptance of orange juice containing functional ingredients. **Food Research International**, Essex, v. 37, p. 805–814, 2004.

MALHOTRA, N. K. et al. **Introdução à pesquisa de marketing**. São Paulo: Pearson, 2005. 428 p.

MINIM, V. P. R.; DELLA LUCIA, S. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 111-126.

MORORÓ, R. C. **Como montar e operar uma pequena fábrica de doces e geléias**. Viçosa, MG: CPT, 1999. p. 46-49.

NEWMAN, B.; SHETH, J.; MITTAL, B. **Comportamento do cliente**: indo além do comportamento do consumidor. São Paulo: Atlas, 2001.

NILSSON, J.; STEGMARK, R.; AKESSON, B. Total antioxidant capacity in different pea (*Pisum sativum*) varieties after blanching and freezing. **Food Chemistry**, Barking, v. 86, p 501–507, 2007.

POPELKA, M. M. et al. Low prevalence of hearing aid use among older adults with hearing loss: the Epidemiology of Hearing Loss Study. **Journal of the american geriatrics society**, New York, v. 46, p. 1075-8, 2003.

POPKIN, B. M. The nutrition transition and obesity in the developing world. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, p. 871-873, 2001.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

ROBERFROID, M. B.; DELZENNE, N. M. Dietary fructans. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 18, p. 117–43, 1998.

SOLOMON, M. R. **O comportamento do consumidor**: comprando, possuindo e sendo. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

TEMPLE, N. J. Antioxidants and disease: more questions than answers. **Nutrition Research**, New York, v. 20, p. 449–459, 2000.

WOLK, A. et al. Longterm intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. **JAMA**, Chicago, v. 281, p. 1998-2004, 1999.

ZHANG, Z. et al. Determination of lactulose in foods: a review of recent research. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 45, p. 1081–1087, 2010.

“Agradeço à Professora Doutora Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA, ao Professor Doutor João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA e Professora Doutora Ana Carla Marques Pinheiro – DCA/UFLA, por participarem do comitê de orientação do primeiro artigo do presente trabalho.”

**ARTIGO 2 OPTIMISATION OF SUGAR-FREE GUAVA PRESERVES  
AND EVALUATING OF THE SYNERGISTIC EFFECTS OF  
HYDROCOLLOIDS AND POLYDEXTROSE**

Artigo submetido à revista LWT – Food Science and Technology, sendo  
apresentado segundo suas normas de publicação dessa revista

**Camila Carvalho Menezes**

\*Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras,

Brazil

\*Corresponding author Address: <sup>a</sup> Universidade Federal de Lavras,  
Departamento de Ciência dos Alimentos, CEP 37200-000, Lavras, MG – Brazil.  
E-mail: [camilacarvalhomenezes@yahoo.com.br](mailto:camilacarvalhomenezes@yahoo.com.br). Phone: +55 35 38291031 Fax:  
+55 35 38291401

João de Deus Souza Carneiro<sup>a</sup>, [joaodedeus@dca.ufla.br](mailto:joaodedeus@dca.ufla.br). Phone: +55 35 3829  
1013

Soraia Vilela Borges<sup>a</sup>, [sborges@dca.ufla.br](mailto:sborges@dca.ufla.br). Phone: +55 35 3829 1394

Ana Carla Marques Pinheiro<sup>a</sup>, [anacarlamp@dca.ufla.br](mailto:anacarlamp@dca.ufla.br). Phone: +55 35 3829  
1034

Renato Ribeiro de Lima<sup>b</sup>, [rrlima@dex.ufla.br](mailto:rrlima@dex.ufla.br). Phone: +55 35 3829 1952

Vanessa Rios de Souza<sup>a</sup>, [vanessadsouza@gmail.com](mailto:vanessadsouza@gmail.com). Phone: +55 35 38291031

<sup>a</sup>Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras,  
Campus Universitário, Lavras, Brazil

<sup>b</sup>Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, Campus  
Universitário, Lavras, Brazil

## ABSTRACT

The search for products with no sugar and low calorie value by consumers is growing increasingly. However, In the preparation of sugar-free fruit preserves with these characteristics, however, the use of ingredients that provide the sweet taste are often required to study the supporting technology, which affects the quality characteristics, such as colour and texture. Therefore, the objective of this work was to optimise guava preserves with no added sugar by evaluating the synergistic effects of the use of hydrocolloids and polydextrose on the physical, physicochemical and sensory properties of the preserves. Using the response surface and ridge method methodologies, it was possible to optimise the sugar-free guava preserves with sensory acceptance and performance data. To obtain a sugar-free guava preserve with good sensory quality (hedonic score equal to 7.2) and yield (65.24 g 100 g<sup>-1</sup> guava), it was necessary to use the following concentrations of the studied ingredients: 0.9225 g/ 100 g guava of low methoxyl pectin, 0.1630 g/ 100 g guava of xanthan gum/locust bean gum blend and 24.80 g/ 100 g guava of polydextrose. Increasing concentrations of the xanthan gum/locust bean gum blend in the guava preserve resulted in a higher moisture content, hardness and cohesiveness. Moreover, polydextrose caused the preserves to be less firm, more moisture content and darker in colour.

Keywords: Colour. Texture. Pectin. Xanthan gum. Locust bean gum.

## 1 INTRODUCTION

In addition to its popular fresh taste, guava (*Psidium guajava* L.) is one of the most important raw materials in the industrial production of juices, squashes, nectars, jellies and preserves, which are widely accepted in the market (Brunini, Oliveira, & Varanda, 2002). However, these products should be reformulated because consumer demands for products with reduced sugar and low calories are increasing. Although reduced sugar and low-calorie foods were initially targeted to specific consumers with health problems, such as diabetes, the consumption of these foods has expanded to prevent other diseases, primarily related to excess weight, and has become incorporated into patterns of healthy diets and lifestyles (Sandrou & Arvanitoyannis, 2000; Gomes, Vissotto, Fadini, Faria, & Luiz, 2007).

A classic product of this group is sugar-free preserves. However, there are technological problems relating to the replacement of sugar in food because sugar has a variety of technological functions in addition to providing the sweet taste (Sandrou & Arvanitoyannis, 2000). In the production of preserves and jellies, sugar contributes to the product structure. Gels obtained by the use of high methoxyl pectin are formed only in the presence of a co-solute (usually sucrose at a concentration above 55 g/ 100 g guava). An alternative to making these products without sucrose is the use of low methoxyl pectin (Thakur, Singh, & Handa, 1997; Acosta, Viquez, & Cuebero, 2008). According to Vendramel, Cândido, and Campos (1997). However, the use of low methoxyl pectin (BTM) in pectin jellies with a low soluble solid content may cause syneresis, texture, brittle, lack of clarity, loss of colour and loss of flavour, but the use of other hydrocolloids singly or jointly as gelling agents allows the implementation of rheological properties that benefit the characteristics of food products formulated for special purposes and low-calorie jellies. Several studies have

been conducted on the use of different hydrocolloids in preserves and jellies with low solids aiming to improve their rheological characteristics (Khouryieh, Aramouni, & Herald, 2005).

When sucrose is replaced in food products, it is usually necessary to use two distinct groups of compounds or bulking agents and high intensity sweeteners. The use of hydrocolloids is necessary when replacing sucrose in preserves and fruit jellies. Examples of bulking agents include the replacement of sucrose polymers, such as polydextrose (Chetana, Srinivasa, & Reddy, 2005), which is a polymer of glucose linked at random. Polydextrose has technological properties similar to sucrose (Burdock & Flamm, 1999), but it is not sweet. Polydextrose is a powerful thickening agent (Hicsasmaz, Yazgan, Bozoglu, & Katnas, 2003), which has been widely used in the development of chocolate and dairy products with reduced sugar and fat. In the industry of fruit preserves and jellies, however, the use of polydextrose has not been explored. The low-calorie (1 kcal/g) characteristic of polydextrose is due to its low digestibility and incomplete fermentation by microorganisms in the large intestine (Farzanmehr & Abbasi, 2009). Thus, polydextrose can be characterised as a dietary fibre (Elleuch, Bedigian, Roiseux, Besbes, Blecker, & Attia, 2011) and prebiotic (King, Craig, Pepper, & Blundell, 2005; Ares, Barreiro, Deliza, Gámbaro, 2009).

The objective of this study was to optimise sugar-free guava preserves by evaluating the synergistic effects of the use of hydrocolloids and polydextrose on the physical, physicochemical and sensory properties of the preserves.



## **2 MATERIALS AND METHODS**

### **2.1 Experimental design and analysis**

The experiment was conducted using a complete factorial design ( $2 \times 2 \times 2$ ) with six axial points ( $\pm \alpha = (2^k)^{1/4}$ , where  $k$  equals the number of independent variables) and three central points, as described in the Table 1 (Myers & Montgomery, 2002).

Table 1 Complete factorial design

Essays	Coded values			Real values (g/ 100 g guava)*		
	x1	x2	x3	X1	X2	X3
1	+1	+1	+1	0.204	0.0816	24.08
2	-1	+1	+1	0.804	0.0816	24.08
3	+1	-1	+1	0.204	0.3216	24.08
4	-1	-1	+1	0.804	0.3216	24.08
5	+1	+1	-1	0.204	0.0816	36.08
6	-1	+1	-1	0.804	0.0816	36.08
7	+1	-1	-1	0.204	0.3216	36.08
8	-1	-1	-1	0.804	0.3216	36.08
9	-1.68	0	0	0	0.2016	30.08
10	+1.68	0	0	1.008	0.2016	30.08
11	0	-1.68	0	0.504	0	30.08
12	0	+1.68	0	0.504	0.4032	30.08
13	0	0	-1.68	0.504	0.2016	20.00
14	0	0	+1.68	0.504	0.2016	40.16
15	0	0	0	0.504	0.2016	30.08
16	0	0	0	0.504	0.2016	30.08
17	0	0	0	0.504	0.2016	30.08

x<sub>1</sub> = low methoxyl pectin; x<sub>2</sub> = xanthan gum/locust bean gum blend; x<sub>3</sub> = polydextrose.

Response surface methodology was used to evaluate the effect of low concentrations of pectin methoxyl, xanthan gum/locust bean gum blend and polydextrose on the following parameters of sugar-free guava preserves: efficiency, acceptability, colourimetry (CIELab L\*a\*), texture profile (hardness, adhesiveness, cohesiveness and springiness) and moisture. Analysis of variance (ANOVA) was applied to test the adequacy of the models. The significance of the regression was analysed by the F-test and coefficient of determination (R<sup>2</sup>). The proposed model was:

$$y = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_j + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_j \beta_{ij} x_j^2 + \varepsilon \quad (1)$$

where  $\beta_0$ ,  $\beta_j$  and  $\beta_{ij}$  are the regression coefficients;  $Y$  is the dependent variable in question;  $x_1$ ,  $x_2$  and  $x_3$  are coded independent variables (concentrations low methoxyl pectin, xanthan gum/locust bean gum blend, and polydextrose); and  $\varepsilon$  is the experimental error.

When the surface showed no response to a critical point (maximum or minimum) in evidence applied to Ridge analysis to determine the optimum point (Hoerl et al., 1975).

## 2.2 Preparation of formulations

Guava (*Psidium guajava*) preserves were made from the Pedro Sato cultivar produced by farmers in the region of Lavras, MG, Brazil. The following components were used in this study: citric acid (VETEC, RJ, Brazil); potassium sorbate (VETEC, RJ, Brazil); polydextrose (Danisco, SP, Brazil); xanthan and locust bean gum (Danisco, SP, Brazil); low methoxyl pectin (extra SF369; Danisco, SP, Brazil); and sucralose (Nutramax, SP, Brazil). According to manufacturer information, the pectin SF 369 extra is a medium calcium-reactive, amidated pectin standardised with sugars. So it is not necessary to add calcium in the formulation, since the amount of calcium present in guava is sufficient for gelation.

The fruits were washed in tap water, sanitised in a solution of 200 mg L<sup>-1</sup> sodium hypochlorite for 15 min and pulped in an electrical depulper (Macanuda, SC, Brazil) using sieves with a 6-mm mesh. Some fruits were not pulped to allow mesocarps to be harvested. The mesocarps were cut into pieces (approximately 1 cm<sup>2</sup>) using a stainless steel knife, and the pieces were mixed with the pulp to obtain a ratio of 9:1 (pulp/mesocarp).

The guava preserves were processed in an open pan (Macanuda, SC, Brazil). Guava was added to the pan (pulp with added pieces of mesocarps) followed by

the addition of polydextrose. Sucralose (0.05 g/ 100 g guava) and hydrocolloids (low methoxyl pectin and xanthan gum/locust gum blend), which were previously diluted in water at 80°C (in a proportion of 6 g of low methoxyl pectin to 100 ml of water) were added when the mix reached 45°Brix. The acidulant (citric acid= 0.20 g/ 100 g guava) and preservative (potassium sorbate = 0.05 g/ 100 g guava) were added to the mixture at the end of the cooking process when the preserves reached 60°Brix. Upon completion of the process, the preserves (at the temperature of 80°C) were placed in pots polypropylene and stored in chambers at 25°C until analysis for 24 hours. The average pH of the formulations was  $3,74 \pm 0,02$ .

### 2.3 Determination of physical and physicochemical properties

The yield of the guava preserves was calculated by using the following equation:

$$Yield = W * 100 / W_i \quad (2)$$

where  $W_i$  is the pulp more mesocarp pieces weight, and  $W$  is the weight of the preserves after processing.

The texture profile analysis (TPA) was conducted with a universal testing machine (Series 3367; Instron, Massachusetts, USA) equipped with a mechanical acrylic cylinder probe with a flat bottom (diameter of 6 mm) and for a time of 5 s and a distance of 20 mm. The pre-testing, testing and post-testing velocities were 4, 2 and 4 mm s<sup>-1</sup>, respectively. The force exerted on the probe as automatically captured. The hardness (kg.m s<sup>-2</sup>), adhesiveness (J), springiness (mm) and cohesiveness parameters were automatically calculated using Blue Hill 2.0 software (Instron, Massachusetts, USA) from the force curves (kg.m s<sup>-2</sup>)

and time (s) generated during the test. The measurements were conducted as previously described by Menezes, Borges, Cirillo, Ferrua, Oliveira, and Mesquira (2009). The samples were placed in polypropylene containers (5.5 cm x 9 cm), and the results were the averages of six replicates.

Instrumental colour was determined as previously described by Gómez-López, Orsolani, and Martínez-Yépez (2010) using the Hunter Lab space system. A Minolta colour-eye colourimeter (Model CR 400; Minolta Corporation, Osaka, Japan) with a CIE Standard Illuminant D65 and a CIE 1931 Standard Observer was used. Calibration was performed with a white standard tile ( $L^* = 94.61$ ,  $a^* = 1.17$ , and  $b^* = 2.17$ ). The  $L^*$  value indicates lightness, and the  $a^*$  value indicates chromaticity on a green (-) to red (+) axis.

The moisture content was determined according to Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000).

## **2.4 Sensory analysis**

The sensory analysis was conducted by 106 consumers in individual booths in the Sensory Analysis Laboratory of the Department of Food Science at Federal University of Lavras. Seventeen samples of guava preserves (10 g each) were served monadic in three sessions to prevent the panellists from becoming fatigued (Royer, Madieta, Symoneaux, & Jourjon, 2006). The order of presentation was in agreement with the experimental design for evaluation of treatment, as described by Wakeling and Macfie (1995). This experimental design eliminated the effect of the order of presentation and residual effect, which is the influence of a sample in the evaluation of the next.

The samples were evaluated for acceptance with regard to texture and colour. A nine-point hedonic scale was used, which ranged from one disliked extremely to liked extremely (Stone & Sidel, 1985).

When consumers are asked to evaluate work with many experimental points in each session, there is a high probability of the consumers becoming confused and, thereby, making unreliable assessments. To avoid this error, the methodology proposed by Acosta, Viquez, Cubero, and Morales (2006) was used. Moreover, each panellist rated each sample while maintaining a 5-min interval between the samples to avoid results with a high degree of bias.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

The highest sensory acceptance and yield were selected to optimise the guava preserves because are important to the food industry and these parameters influence the feasibility of production and marketing of food products.

A regression model was established from the results of the experimental variables. In the complete models, the non-significant coefficients were eliminated resulting in models adjusted with the use of coded variables (Table 2).

Table 2 Regression equations with coded variables, significance and correlation coefficients of models fitted to the 5% level of significance for the dependent variables studied.

Response variables	Adjusted models	Prob > F	R <sup>2</sup>
Yield (g/100 g guava)	$66.27 + 12.02x_3 - 4.58x_3^2$	0.0000	0.836
Colour sensory **	$6.98 - 0.17x_2 - 0.32x_2^2$	0.0080	0.502
Sensory texture**	$6.63 + 0.37x_1 + 0.25x_2 - 0.34x_2^2 - 0.36x_1x_2$	0.0000	0.761
Hardness (kg.m s <sup>2</sup> )	$1.57 + 0.48x_2 - 0.41x_3$	0.0003	0.690
Cohesiveness	$0.68 - 0.04x_2$	0.0319	0.272
Springiness (mm)	$23.38 + 0.03x_1 - 1.49x_1^2$	0.0010	0.481
Moisture (g 100 g <sup>-1</sup> )	$47.69 + 0.89x_2x_3$	0.0750	0.196
Colour L*	$35.90 + 0.89x_2 - 1.24x_3$	0.0040	0.731

$x_1$  = low methoxyl pectin;  $x_2$  = xanthan gum/locust bean gum blend;  $x_3$  = polydextrose.

\*\*Sensory acceptability of guava preserves in relation to the attributes of colour and texture.

Among the factors studied, only polydextrose had a positive influence on the yield of preserves (Figure 1), showing its characteristic of being a substitute of sucrose polymer that gives body, texture and technological characteristics similar to sucrose (Bunting, 1994).

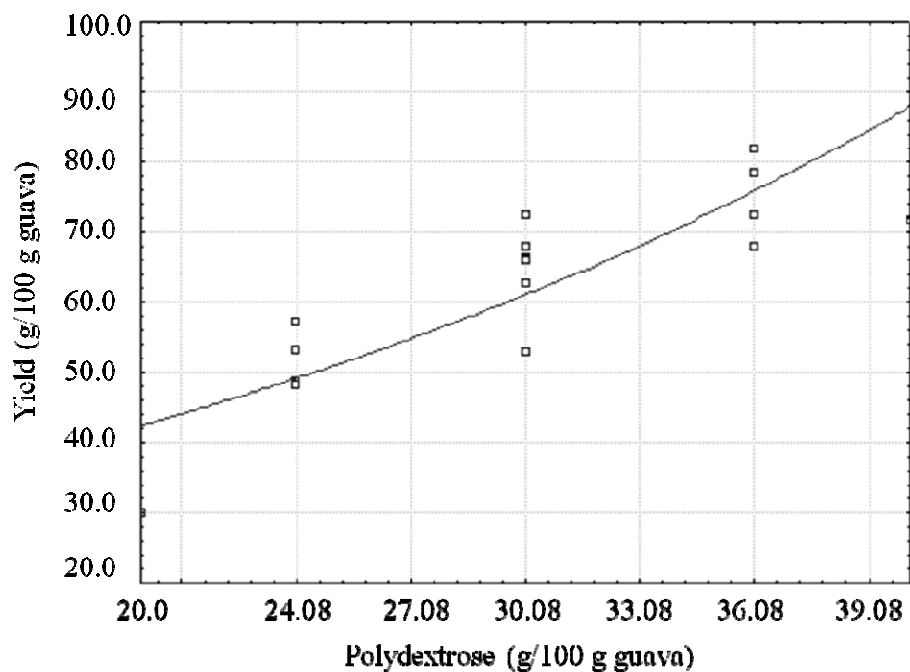


Figure 1 Graphical representation of sugar-free guava preserves yield as a function of polydextrose concentration.

The use of the xanthan gum/locust bean gum blend (1:1) significantly ( $p < 0.05$ ) affected the acceptability with regard to the colour and texture attributes, and the acceptance and texture was also influenced by the concentration of low methoxyl pectin (Table 2).

The analysis of the coefficient of determination for the colour sensory variable demonstrated that the quality of the fit of the model with significant parameters was not satisfactory. The response surface analysis for the variable of sensory texture (Figure 2) did not indicate a critical point in evidence which was confirmed by the analysis of eigenvalues (1.41, -2.13, and -2.99).



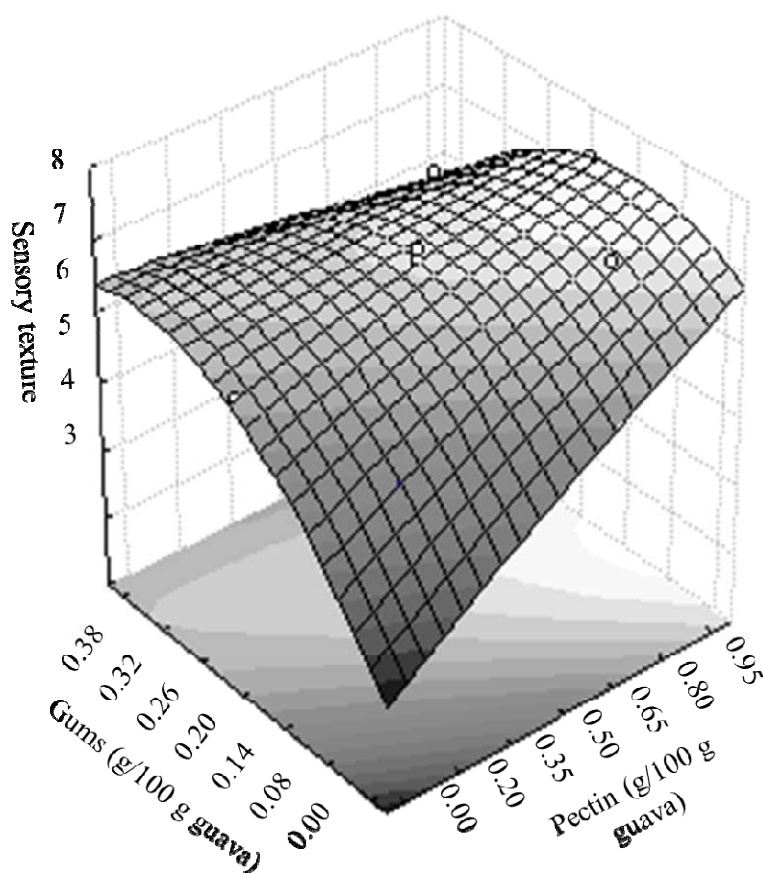


Figure 2 Response surface model adjusted for acceptance in relation to the texture attribute with different concentrations of low methoxyl pectin and xanthan gum/locust bean gum blend

By analysis of the standard errors (Table 3), which remained low ( $\leq 0.2487$ ), the estimate for the maximum response of the sensory texture variable obtained by the ridge method was equivalent to the radius 1.68. Thus, to achieve a score of acceptance equal to 7.6, it would be necessary to add the following levels of the independent variables: 0.9225 g/100 g guava low methoxyl pectin, 0.1630 g/100 g guava xanthan gum/locust bean gum blend, and 24.80 g/100 g

guava polydextrose. As a variable, however, polydextrose was not significant for this parameter ( $p \geq 0.05$ ) despite contributing to the maximisation of the acceptance (Acosta et al., 2006; Acosta et al.; 2008). The predicted value for polydextrose was low, suggesting that it should be used to analyse the mean concentration (midpoint = 30.08%). The acceptance estimated with this value in relation to the texture attribute was equal to 7.2, which was between the hedonic terms "I liked it moderately" and "I liked it a lot". Moreover, the estimated yield with this value was 65.24 g/100 g guava. Although they used no bulking agent, Khouryied et al. (2005) also demonstrated which sugar-free jellies, by using a combination of low methoxyl pectin, xanthan gum, locust bean gum and high intensity sweeteners, achieved high acceptability according to a sensory evaluation. However, Acosta et al. (2006 and 2008) found that the use of different concentrations of hydrocolloid (1.0 - 1.5 g/100 g guava) in jellies and a blackberry fruit mix (pineapple, banana and passion fruit) does not influence the acceptance of these products, and they suggested that the high content of low methoxyl pectin helps to produce firmer gels.

Table 3 Ridge estimation for the maximum response of the texture sensory variable

Radius	Estimated response	Standard error	Coded values		
			Low methoxyl pectin	Gums	Polydextrose
0	6.76	0.1841	0	0	0
0.40	6.92	0.1778	0.3443	0.0557	-0.1958
0.80	7.11	0.1660	0.6841	-0.0372	-0.4130
1.04	7.23	0.1660	0.8811	-0.1098	-0.5414
1.12	7.27	0.1688	0.9461	-0.1353	-0.5840
1.20	7.31	0.1735	1.011	-0.1611	-0.6264
1.28	7.36	0.1804	1.0753	-0.1873	-0.6687
1.36	7.40	0.1895	1.1395	-0.2138	-0.7109
1.44	7.45	0.2009	1.2036	-0.2405	-0.7530
1.52	7.50	0.2147	1.2676	-0.2675	-0.7951
1.60	7.55	0.2306	1.3314	-0.2946	-0.8371
1.64	7.57	0.2394	1.3632	-0.3082	-0.8580
1.68	7.60	0.2487	1.3951	-0.3219	-0.8790

The Ridge analysis for the sensory acceptance data demonstrated that the maximum concentration of the gums for colour acceptance (0.1600 g/100 g guava) was close to the maximum concentration determined for texture acceptance (0.1630 g/100 g guava).

In this study, the variation of the low methoxyl pectin concentration did not significantly interfere ( $p > 0.05$ ) with the hardness parameter, but this parameter was influenced by the concentrations of gum and polydextrose (Figure 3), which was in disagreement with the study by Acosta et al. (2006). Higher concentrations of the xanthan gum/locust bean gum blend resulted in greater hardness values for the guava preserves, which was expected because several studies have reported that increasing concentrations of xanthan gum is directly related to increases of gel viscosity (Lopez, Vargas-Garcia, Suarez-Estrella, & Moreno, 2004; Salah, Besbes, Chaari, Rhouma, Attia, Deroanne, & Blecker, 2010). Moreover, viscosity increases when xanthan gum is used in synergy with other hydrocolloids, such as locust bean gum (Rocks, 1971; Casas, & García-Ochoa, 1999; Khouryieh et al., 2005).

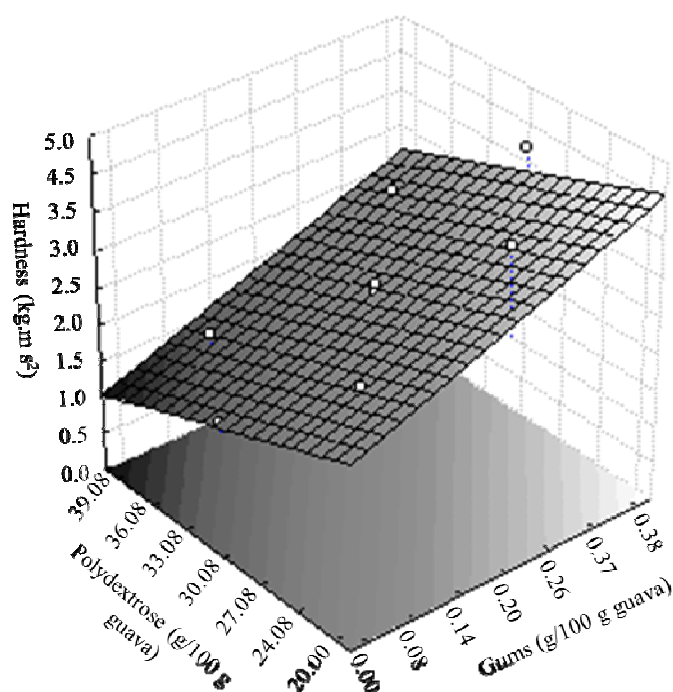
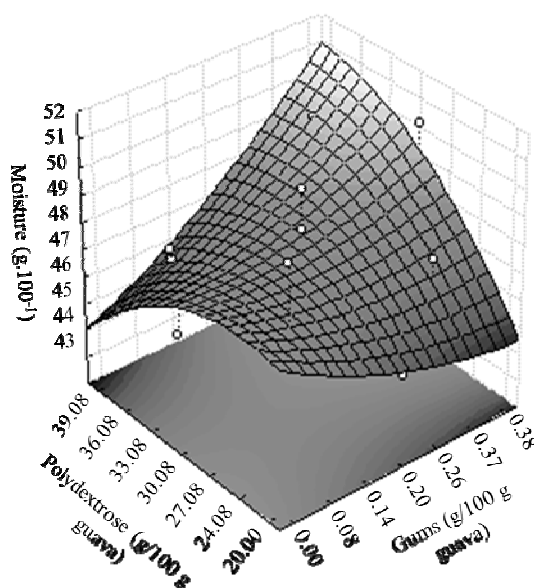


Figure 3 Response surface model adjusted for hardness against the concentrations of polydextrose and the xanthan gum/locust bean gum blend

Increasing the concentration of polydextrose above 20 g/100 g guava reduced the hardness of the preserves. This result was contrary to expectations because polydextrose is an official bulking agent, such as sucrose, which increases firmness among other technological features (Burdock & Flamm, 1999). As a solute (Shi, Pan, Mchugh, & Hirschberg, 2009), however, larger quantities of polydextrose in the preserves contributed to the soluble solids, which was the determining factor of the final stage of cooking. Therefore, polydextrose contributed to higher moisture contents (Figure 4), which may have decreased the firmness of the preserves. Despite the negative characteristic

of decreased hardness, there was also a positive influence on acceptance with regard to texture resulting from 30 g/100 g guava polydextrose, which has been previously reported.

Despite the significant influence of the interaction between the gum blend and polydextrose for the moisture variable (Table 2), a graph with the adjusted model could not be constructed because the generated regression did not fit the data well. In this case, a full model to enable visualisation of the effect of this parameter was used (Figure 4). The increasing concentrations of the xanthan gum/locust bean gum blend also contributed to the increased moisture because xanthan gum and locust bean gum have a high ability to absorb water (Lureña-Martínez, Vivar-Quintana, & Revilla, 2004).



$$y = 47.66 + 0.05x_1 + 0.34x_1^2 + 0.53x_2 + 0.22x_2^2 + 0.40x_3 - 0.52x_3^2 + 0.33x_1x_2 + 0.80x_1x_3 + 0.89x_2x_3$$

$$R^2 = 0.782$$

Figure 4 Full model of the surface response for moisture content in relation to the concentrations of the polydextrose and xanthan gum/locust bean gum blend

The average concentrations of low methoxyl pectin (between 0.204 and 0.804 g/100 g guava) in the preserves resulted in greater springiness (24 mm) and did not significantly affect adhesion ( $p > 0.05$ ), with an average adhesion value of -0.013 J (Table 2).

The cohesiveness was influenced by the increased addition of the gum blend, which was observed by analysing the negative coefficient for this independent variable (Table 2). With each increase in the concentration of the xanthan gum/locust bean gum blend, there was a corresponding decrease in the cohesiveness by 0.04 in the preserves, which resulted in the preserves being smoother and easier to break in the mouth. Opposite results have been reported by Gaspar, Laureano, and Sousa (1998) and Khouryieh et al. (2005), who added xanthan gum/locust gum/gellan and xanthan gum/locust gum, respectively, to grape jellies. This difference may have occurred because these products (jellies and preserves) have distinct physical characteristics and are produced with the use of different ingredients.

The preserves were darker with increasing concentrations of polydextrose (Figure 5) because the bulking agent that contributes to the texture of food can also participate in the Maillard reaction producing dark-coloured compounds (melanoidins) (Pfizer, 2000). Regarding the red colour of the guava preserves ( $a^*$  value), no significant interference ( $p \geq 0.05$ ) in this parameter was found (Table 2).

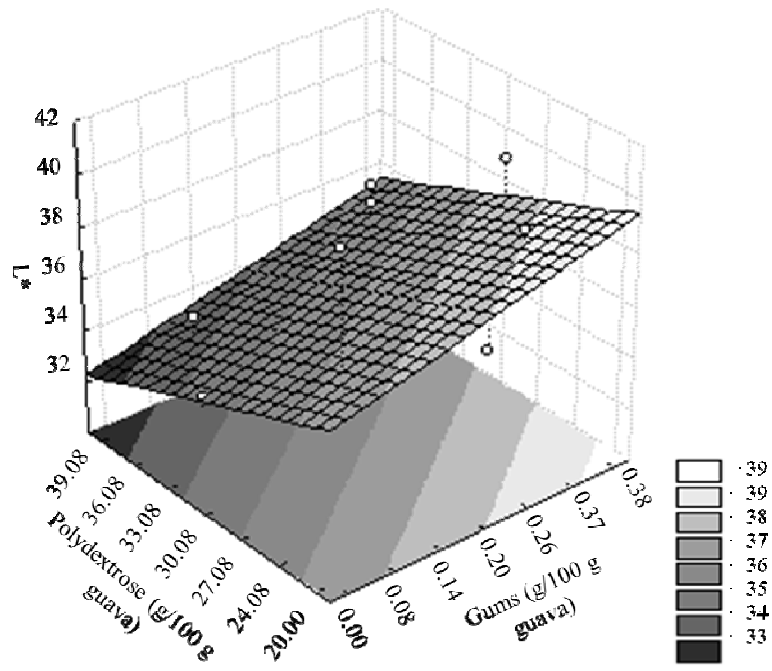


Figure 5 Response surface model adjusted for the L\* colour parameter in relation to the concentrations of polydextrose and the xanthan gum/locust bean gum blend

#### **4 CONCLUSIONS**

Increasing the concentrations of the xanthan gum/locust bean gum blend increased the moisture, hardness and cohesiveness of the guava preserves. Moreover, polydextrose, in levels studied, decreased the firmness, increased the moisture and darkened the colour of the guava preserves.

To obtain sugar-free guava preserves with good sensory quality (hedonic score equal to 7.2) and yield (65.24%), it is necessary to use the evaluated ingredients in the following concentrations: 0.922 g/100 g guava low methoxyl pectin, 0.1630 g/100 g guava xanthan gum/locust bean gum blend, and 24.80 g/100 g guava polydextrose.



## REFERENCES

- Acosta, O., Viquez, F., & Cuebero, E. (2008) Optimisation of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. *Food Quality and Preference*, 19, 79–85.
- Acosta, O., Viquez, F., Cubero, E., & Morales, I. (2006) Ingredient levels optimization and nutritional evaluation of a low-calorie blackberry (*Rubus irasuensis* Liebm.) jelly. *Journal of Food Science*, 71, 390-394.
- Ares, G. et al. Alternatives to reduce the bitterness, astringency and characteristic flavor of antioxidant extracts. *Food Research International*, v. 42, p. 871–878, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (2000) Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists International. 17. ed. Gaithersburg. Horwitz, 2200 p.
- Brunini, M.A., Oliveira, A.L., & Varanda, D.B. (2002) Avaliação da qualidade de polpa de goiaba ‘Paluma’ armazenada a -20°C. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25, 201-207.
- Bunting, C. (1994) SugarFree Ingredient. *The Manufacturing Confectioner*, 55-58.
- Casas, J.A., & García-Ochoa, F. (1999) Viscosity of solutions of xanthan/locust bean gum mixtures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 25-31.
- Burdock, G.A., & Flamm, W.G. (1999) A review of the studies of the safety of polydextrose in food. *Food Chemistry Toxicology*, 37, 233–264.
- Chetana, R., Srinivasa, P.C., Reddy, S.R.Y. (2005) Moisture sorption characteristics of milk burfi, an traditional Indian sweet, using sugar substitutes. *European Food Reserch Technology*, 220, 136–141.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, v. 124, p. 411–421, 2011.

FARZANMEHR, H.; ABBASI, S. Effects of inulin and bulking agents on some physiochemical, textural and sensory properties of milk chocolate. *Journal of Texture Studies*, v. 40, p. 536–553, 2009.

Gaspar, C., Laureano, O., & Sousa, I. (1998) Production of reduced calorie grape juice jelly with gellan, xanthan and locust bean gums: Sensory and objective analysis of texture. *LWT - Food Science and Technology*, 206, 169–174.

Gómez-López, V.M., Orsolani, L., Martínez-Yépez, A., & Tapia, M.S. Microbiological and sensory quality of sonicated calcium-added orange juice. (2010) *Food Science and Technology*, 43,808–813.

Gomes, C.R., Vissotto, F.Z., Fadini, A.L., Faria, E.V., & Luiz, A.M. (2007) Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates diet em sacarose e light em calorias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27, 614-623.

Hicsasmaz, Z., Yazgan, Y., Bozoglu, F., & Katnas, Z. (2003) Effect of polydextrose-substitution on the cell structure of the high-ratio cake system. *LWT - Food Science and Technology*, 36, 441–450.

Hoerl, A.E., Kennard, R.W., & Baldwin, K.F. (1975) Ridge Regression: Some simulations, *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 4, 105-123.

Khouryieh, H.A., Aramouni, F.M., & Herald, T.J. (2005) Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. *Journal of Food Quality*, 25, 179-190.

KING, N. A. et al. Evaluation of the independent and combined effects of xylitol and polydextrose consumed as a snack on hunger and energy intake over 10 d. *British Journal of Nutrition*, v. 93, p. 911–915, 2005.

Lopez, M.J., Vargas-Garcia, M.C., Suarez-Estrella, F., & Moreno, J. Properties of xanthan obtained from agricultural wastes acid hydrolysates. (2004) *Journal of Food Engennier*, 63, 111–115.

Lureña-Martínez, M.A., Vivar-Quintana, A.M., & Revilla, I. (2004) Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. *Meat Science*, 68, 383-389.

Menezes, C.C., Borges, S.V., Cirillo, M.A., Ferrua, F.Q., Oliveira, L.F., & Mesqira, K.S. (2009) Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 1-8.

Myers, R.H., & Montgomery, D.C. (2002) Response Surface methodology: Process and Product Optimization using designed Experiments. (2<sup>a</sup> ed). Nova York: Wiley.

Pfizer (2000) Catálogo Técnico Litesse/Litesse III.

ROCKS, J.K. (1971) Xanthan gum. *Food Technology*, 25, 22.

Royer, G., Madieta, E., Symoneaux, R., & Jourjon, F. (2006) Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. *LWT - Food Science and Technology*, 39, 1022–1025.

SALAH, R.B. et al. Rheological and physical properties of date juice palm by-product (*Phoenix dactylifera* L.) and commercial xanthan gums. **Journal of Texture Studies**, Hoboken, v. 41, p. 125–138, 2010.

Sandrou, D.K., & Arvanitoyannis, I.S. (2000) Low-fat/calorie foods: Currentstate and perspectives. *Critical Review Food Science Nutrition*, 40, 427-447.

Shi, J., Pan, Z., Mchugh, T.H., Hirschberg, E. (2009) Effect of infusion method and parameters on solid gain in blueberries. *Food Bioprocess Technology*, 2, 271–278.

Stone, H.S., & Sidel, J.L. (1985) Sensory evaluation practices. London: Academic Press.

Thakur, B.R., Singh, R.K., & Handa, A.K. (1997) Chemistry and uses of pectin – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37, 47–73.

Vendramel, S.M.R., Cândido, L.M.B., & Campos, A.M. (1997) Avaliação reológica e sensorial de jellies com baixo teor de sólidos solúveis com diferentes hidrocolóides obtidas a partir de formulações em pó. *Bol. do CEPPA*, 15, 37–56.

Wakeling, I. N., & Macfie, J. H. (1995) Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from may be tested. *Food Quality and Preference*, 6, 299-308.

**ARTIGO 3 INTERFERÊNCIA DE EDULCORANTES DE ALTA  
INTENSIDADE E FRUTOLIGOSSACARÍDEO NAS PROPRIEDADES  
QUÍMICAS, FÍSICAS E NO PERFIL SENSORIAL DE GOIABADA  
CASCÃO SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR**

Norma NBR 6022:2003

## RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a interferência de edulcorantes de alta intensidade (sucralose e taumatina) e de frutoligossacarídeo (FOS) nos seguintes parâmetros de qualidade de goiabada cascão sem adição de açúcar: umidade, atividade de água, parâmetros instrumentais de cor, perfil de textura e perfil sensorial. Para a avaliação dos efeitos utilizou-se o delineamento composto central rotacional. A incorporação de até 24,36% de FOS em goiabada cascão sem adição de açúcar é viável tecnologicamente, pois contribui com o aumento do gosto doce e realçou o sabor característico de goiabada. A utilização da sucralose como edulcorante de alta intensidade também demonstrou papel positivo ao contribuir para o aumento da doçura sem interferir no gosto residual amargo. Em relação à textura, concentrações de FOS de até  $20\text{g}\cdot 100^{-1}$  aumentou a elasticidade avaliada instrumentalmente e interferiu na granulidade (sensorial), assim como a taumatina. Embora a utilização da taumatina tenha diminuído o valor  $L^*$ , a avaliação sensorial de cor não foi afetada por ela.

Palavras-chave: Sucralose. Taumatina. Análise de perfil de textura. Cor.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the interference of high intensity sweeteners (sucralose and thaumatin) and FOS on the following quality parameters of guava preserve with no addition of sugar: moisture, water activity, instrumental parameters of color and texture and sensorial profiles. For the evaluation of the effects the central composite rotational design was used. The incorporation up to 24.36% of fructooligosaccharide (FOS) in guava preserve with no addition of sugar can be viable technologically, because it contributes to the increase of the sweet taste and enhances the characteristic flavor of the guava. The use of the sucralose as a high intensity sweetener also demonstrated a positive role when contributing to the increase of the sweetness with no interfering in the bitter residual taste. In relation to the texture, FOS up to  $20\text{g}\cdot 100^{-1}$  increased the elasticity evaluated instrumentally and interfered in the granularity (sensorial), as well as thaumatin. Although the use of the thaumatin had decreased the  $L^*$  value, the sensory evaluation of color was not affected by it.

Keywords: Sucralose. Thaumatin. Texture profile analysis. Color.

## 1 INTRODUÇÃO

O interesse dos consumidores por alimentos sem adição de açúcares e/ou baixo valor calórico vem aumentando, pois sabe-se que a incidência do diabetes na população é alarmante. No entanto, no Brasil não há dados atuais consistentes sobre sua prevalência. Já, nos EUA o número de casos aumentou 49% entre 1990 e 2000 (MOKDAD et al., 2001). Segundo a *American Diabetes Association* (2011), um em cada dois norte-americanos irá desenvolver a doença em sua vida e, em 2034, o número de americanos que vivem com diabetes será o dobro, assim como os gastos com a saúde pública destinados ao tratamento desses pacientes triplicarão, chegando em torno de \$ 336 bilhões, mesmo se a prevalência da obesidade permanecer estável. O consumo de alimentos de baixo valor calórico também tem se expandido com o objetivo de controlar o peso corporal e de reduzir o risco de doenças, pois se encaixam no padrão de dieta e estilo de vida saudáveis (KHOURYIEH; ARAMOUNI; HERALD, 2005).

Um dos métodos para estabilizar o diabetes é o controle total de carboidratos e calorias na dieta, que pode ser alcançado pela substituição do açúcar por edulcorantes de alta e baixa intensidade que não contribuam para o aumento do índice glicêmico dos alimentos e pelo aumento do consumo de fibras alimentares na dieta (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2010). Sabe-se que os doces de frutas e geléias tradicionais (com adição de açúcares) são amplamente acessíveis, mas a disponibilidade destes produtos sem sacarose adicionada ainda é bastante escassa (ACOSTA et al., 2006).

Os aditivos e/ou ingredientes usados nos produtos sem adição de açúcar devem propiciar a obtenção de produtos com características sensoriais semelhantes aos produtos com adição de açúcar (MELO; BOLINI; EFRAIM, 2009). Entre eles, a sucralose é relatada por ter um gosto doce e com pouca



persistência da amargura (NABORS, 2002). Grice e Goldsmith (2000) apontaram a baixa toxicidade e segurança da sucralose para consumo humano. Sua estabilidade ao calor e em ampla faixa de pH torna sua utilização vantajosa para o processamento industrial de alimentos. Sendo mais de 600 vezes mais doce que a sacarose, esse adoçante tem sido cada vez mais utilizado em produtos alimentares (NESET et al., 2010). No Brasil, em 2008, também foi liberada a utilização da taumatina como edulcorante de alta intensidade, a qual é aproximadamente 10.000 vezes mais doce que a sacarose (OGATA et al., 1987). Porém estudos sobre sua aplicação em alimentos ainda são escassos.

Além dos inúmeros benefícios à saúde relacionados a suas propriedades funcionais (RASTALL, 2010) por serem fibras solúveis com efeito prebiótico, os frutoligosacarídeos também estão sendo utilizados como substitutos dos açúcares, pois fornecem apenas 1 kcal.100g<sup>-1</sup> e, além do seu poder dulçor, contribuem para as características de textura de vários produtos alimentícios com redução de açúcares e gorduras (AKALIN; ERISIR, 2008).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a interferência de edulcorantes de alta intensidade (sucralose e taumatina) e de frutoligosacarídeo (FOS) nas propriedades químicas e físicas e no perfil sensorial de goiabada cascão sem adição de açúcar.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido utilizando-se um planejamento fatorial  $2^3$  completo com 6 pontos axiais ( $\pm \alpha = (2^k)^{1/4}$ , sendo k igual ao número de variáveis independentes) e 3 pontos centrais conforme representado na Tabela 1 (MYERS; MONTGOMERY, 2002).

Tabela 1 Delineamento fatorial  $2^3$  completo

Tratamentos	Variáveis codificadas			Variáveis reais (g/100 g)*		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
1	+1	+1	+1	4,93	0,00651	0,0306
2	-1	+1	+1	19,43	0,00651	0,0306
3	+1	-1	+1	4,93	0,01953	0,0306
4	-1	-1	+1	19,43	0,01953	0,0306
5	+1	+1	-1	4,93	0,00651	0,1206
6	-1	+1	-1	19,43	0,00651	0,1206
7	+1	-1	-1	4,93	0,01953	0,1206
8	-1	-1	-1	19,43	0,01953	0,1206
9	-1,68	0	0	0	0,01302	0,0756
10	+1,68	0	0	24,36	0,01302	0,0756
11	0	-1,68	0	12,18	0	0,0756
12	0	+1,68	0	12,18	0,02604	0,0756
13	0	0	-1,68	12,18	0,01302	0
14	0	0	+1,68	12,18	0,01302	0,1512
15	0	0	0	12,18	0,01302	0,0756
16	0	0	0	12,18	0,01302	0,0756
17	0	0	0	12,18	0,01302	0,0756

$x_1$  = FOS;  $x_2$  = sucralose;  $x_3$  = taumatina.

\* todas as concentrações foram calculadas considerando-se o total de goiaba utilizada (polpa de goiaba refinada e pedaços do mesocarpo na proporção de 9/1).

Utilizou-se a metodologia de superfície de resposta para avaliar o efeito das concentrações de FOS, sucralose e taumatina sobre as variáveis dependentes: colorimetria CIELab  $L^*a^*$ , perfil de textura (firmeza, adesividade

e elasticidade), umidade, atividade de água ( $a_w$ ) e perfil sensorial (cor, brilho, aroma e sabor característicos de goiabada cascão, gosto doce, gosto ácido, gosto residual amargo, firmeza, gomosidade e granulicidade). O modelo proposto inicialmente está representado na Equação 1 e os resultados foram analisados por um método de regressão múltipla que descreve os efeitos das variáveis em modelos polinomiais de segunda ordem. A análise de variância (ANAVA) foi utilizada para testar a adequação dos modelos e os critérios adotados para avaliar o ajuste desses modelos foram: a significância da regressão pelo teste F e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

$$y = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_i + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_j \beta_{ij} x_j^2 + \varepsilon \quad (1)$$

Em que  $\beta_n$  são os coeficientes de regressão,  $y$  são as variáveis dependentes em questão,  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  são as variáveis independentes codificadas (FOS, sucralose e taumatina) e  $\varepsilon$  o erro experimental. Utilizou-se o teste t para avaliar a significância dos parâmetros dos modelos ao nível de significância de 5%. As análises de regressão foram realizadas e as superfícies de resposta foram plotadas com o auxílio do *software* Statística (Statistica Release 8.0, Statsoft Inc. Tulsa).

## 2.2 Preparo das formulações

Foram utilizadas goiabas (*Psidium guajava*, L) da cultivar Pedro Sato produzidas por agricultores da região de Lavras, MG, ácido cítrico moidratado (grau comercial NUCLEAR), sorbato de potássio (grau comercial VETEC, RJ, Brasil), polidextrose (Danisco®, SP, Brasil), gomas xantana e locusta (Danisco®, SP, Brasil), pectina BTM SF369 extra (Danisco®, SP, Brasil),

sucralose (Nutramax<sup>®</sup>, SP, Brasil), taumatina (DietMax<sup>TM</sup>P10-GA300, Nutramax, SP, Brasil) e frutoligossacarídeo (Orafit<sup>®</sup> P95, Clariant, Bélgica). Segundo informações do fabricante, a pectina SF 369 EXTRA é uma pectina aminada e cálcio-reativa intermediária padranizada com açúcares. Portanto, não é necessário adicionar cálcio na formulação, uma vez que a quantidade de cálcio presente na goiaba é suficiente para a geleificação da mesma.

Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  por 15 minutos e despulpados em despulpadeira elétrica (Macanuda<sup>®</sup>, SC, Brasil) utilizando peneira com mesh de 6 mm de diâmetro. Alguns frutos não foram despulpados para que fossem retirados os mesocarpos, os quais foram cortados em pedaços de aproximadamente  $1 \text{ cm}^2$  e misturados à polpa obtida na proporção de 9:1, respectivamente.

Os doces foram processados em tacho aberto (Macanuda<sup>®</sup>, SC, Brasil), onde colocaram-se, primeiramente, a goiaba (polpa adicionada de pedaços do mesocarpo na proporção de 9:1, respectivamente) e a polidextrose. Quando essa mistura atingiu 45°Brix, adicionou-se os edulcorantes sucralose e taumatina nas concentrações descritas na Tabela 1, e os hidrocoloides nas concentrações determinadas pela primeira etapa de otimização, referente ao capítulo 2, ou seja, 0,9225g/100g, 0,08151g/100 g e 0,08151g/100g para pectina BTM, goma xantana e goma locusta, respectivamente. Diluiu-se a pectina BTM na proporção de 6 g de pectina BTM para 100 mL de água à 80°C sob agitação constante, e nessa solução foram acrescentados as gomas xantana e locusta. O FOS, nas concentrações distintas (Tabela 1), também foi diluído em água em temperatura ambiente na proporção de 1:1, sendo essa solução adicionada quando o doce atingiu 55°Brix. O acidulante (ácido cítrico = 0,20g/100g) e o conservante (sorbato de potássio = 0,05%) foram incorporados ao doce ao final do processo de cocção (60°Brix). Após o término do processo, os doces, à temperatura de

80°C ± 5°C, foram envasados em potes de polipropileno com 5,5 cm de altura e 9 cm de diâmetro, e armazenados à 25°C ± 2°C em câmaras com controle de temperatura para análises após 24 horas. O pH médio das formulações foi de 3,74±0,02.

### 2.3 Análise de perfil de textura

A análise de perfil de textura (TPA) foi conduzida em máquina universal de teste mecânico (Instron – Série 3367 Norwood, Massachusetts, USA) com sonda cilíndrica de acrílico de fundo chato (□ 6 mm) e tempo de 5 segundos, distância de 20 mm e velocidades de pré-testes, teste e pós-testes de 4, 2 e 4 mm/s, respectivamente. A força exercida sobre a sonda foi automaticamente captada e os parâmetros firmeza (N), adesividade (J), elasticidade (mm) foram calculados automaticamente pelo *software* Blue Hill 2.0 (Instron – Norwood, Massachusetts, USA) a partir das curvas de força (N) x tempo (s) geradas durante o teste. As leituras foram realizadas com as amostras dentro das mesmas embalagens em que foram acondicionadas. Os resultados foram expressos como médias de 6 replicatas.

### 2.4 Análise instrumental de cor

Foi determinada de acordo com Gómez-López, Orsolani e Martínez-Yépez (2010) utilizando o sistema Hunter Lab por meio de um colorímetro Minolta Model CR 400 (Minolta Corporation, Osaka, Japan) com um padrão iluminante CIE D65 e um padrão de observação CIE 1931 2. A calibração foi realizada com uma placa branca e padrão (L = 94,61; a = 1,17; b = 2,17). L indica a luminosidade e “a” a cromaticidade variando no eixo de verde (-) ao vermelho (+).

## 2.5 Umidade e atividade de água

A umidade foi determinada de acordo a *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC (2000). Determinou-se a atividade de água utilizando-se equipamento Aqualab (Decagon modelo 3 TE). As amostras, aproximadamente 5 g, foram dispostas em recipientes plásticos e as leituras foram realizadas em temperatura controlada de  $25,0 \pm 0,3$  °C.

## 2.6 Análise descritiva quantitativa

Dezoito pessoas foram inicialmente recrutadas a partir das respostas de um questionário de recrutamento, em que foram utilizados os seguintes critérios: ter interesse e disponibilidade de tempo para participar do estudo; ter noção de espaço para avaliar figuras geométricas e gostar de goiabada. Para a segunda etapa do recrutamento utilizou-se a técnica de testes triangulares com 2 formulações de doces que diferiam entre si à 1% de significância e aplicou-se a análise sequencial de Wald (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999), sendo utilizados os seguintes valores para os parâmetros:  $p_0=0,30$  (máxima inabilidade aceitável),  $p_1=0,70$  (mínima habilidade aceitável),  $\alpha=0,10$  (probabilidade de aceitar um provador ruim) e  $\beta=0,10$  (probabilidade de rejeitar um bom provador). Assim, foram selecionados 16 provadores, os quais realizaram o levantamento dos termos sensoriais descritores da goiabada cascão sem adição de açúcares utilizando o método rede (Repertory Grid Kelly's Method) (MOSKOWITZ, 1983) (Tabela 2). Nesse levantamento utilizou-se as amostras que seriam avaliadas na ADQ (Tabela 1).

Em seguida foi elaborada a definição dos termos descritores e determinada as referências para os extremos das escalas para cada um dos atributos selecionados, as quais foram determinadas pelo consenso entre todos

os provadores (Tabela 2). As intensidades dos atributos foram classificadas por escalas não estruturadas contínuas de 9 cm, ancoradas verbalmente em cada extremidade, sendo o lado esquerdo correspondente à menor intensidade (valor 0) e o lado direito à maior intensidade (valor 9) dos termos descritivos.

Tabela 2 Termos descritores para definição do perfil sensorial de goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico

<b>Termos descritores</b>	<b>Definições</b>	<b>Referências</b>
<i>“Aparência”</i>		
Cor vermelha	Intensidade de cor vermelha	- Fraca/clara: molho de tomate Quero <sup>TM</sup> peneirado (mesh de 2 mm) - Forte/escuro: goiabada em lata Predileta <sup>TM</sup>
Brilho	Refere-se ao aspecto de superfície molhada	- Pouco: 40g de extrato de tomate Elefante <sup>TM</sup> espalhado uniformemente em placa de petri com 10 cm de diâmetro e seco em estufa à 50°C por 40 minutos - Muito: 40g de goiabada cascão convencional em pasta (proporção polpa:sacarose de 1:1) colocada em placa de petri com 10 cm de diâmetro e com 1 mL óleo de soja espalhado uniformemente na superfície
<i>“Aroma”</i>		
Aroma característico de goiabada cascão	Aroma característico de goiabada cascão convencional (produzida com sacarose)	- Fraco: néctar de goiaba Goody <sup>TM</sup> - Forte: goiabada cascão convencional elaborada com os seguintes ingredientes: goiaba (polpa e pedaços do mesocarpo na proporção de 9:1, respectivamente), 40g de açúcar /100 g de goiaba, 0,5 g de pectina/100 g de goiaba e 0,5g de ácido cítrico/100g de goiaba e teor final de sólidos solúveis igual a 65°Brix
<i>“Sabor”</i>		
Sabor característico de goiabada cascão	Sabor característico de goiabada cascão convencional (produzida com açúcar)	- Fraco: goiabada cascão sem adição de açúcares e com adição de apenas 8 g de polidextrose/100 g de goiaba* - Forte: goiabada cascão convencional com adição de 40g de açúcar/100 g de goiaba*

“Tabela 2, continuação”

<b>Termos descritores</b>	<b>Definições</b>	<b>Referências</b>
Gosto doce	Refere-se ao gosto doce provocado pela sacarose percebido durante a mastigação e ingestão da amostra	- Pouco: goiabada cascão sem adição de açúcar e com apenas 0,0130 g de sucralose/100 g de goiaba* e teor final de sólidos solúveis igual a 65°Brix - Muito: goiabada cascão sem adição de açúcar e com adição dos seguintes edulcorantes: 0,0391 g sucralose/100 g de goiaba*; 0,1830 g de taumatina/100 g de goiaba*; 12,18 g de FOS/100 g de goiaba* Foram adicionados apenas 0,15 g de ácido cítrico/100 g de goiaba*
Gosto ácido	Refere-se ao gosto ácido percebido durante a mastigação e ingestão da amostra	- Pouco: goiabada cascão sem adição de açúcar e de ácido cítrico, e com os seguintes edulcorantes: 0,0261 g de sucralose/100g de goiaba* e 0,09 g de taumatina/100 g de goiaba* - Muito: goiabada cascão sem adição de açúcar e com adição de 0,40 g de ácido cítrico/100 g de goiaba*
Gosto residual amargo	Refere-se ao residual amargo característico de edulcorante que é percebido após a ingestão	- Nenhum: goiabada cascão convencional com adição de 40g de açúcar/100 g de goiaba* e teor final de sólidos solúveis igual a 65°Brix - Muito: goiabada cascão sem adição de açúcar com adição de 0,0391 g de sucralose/100 g de goiaba* e 0,06 g de cafeína/100 g de goiabada (rendimento estimado = 65 g/100 g de goiaba*)
“ <i>Textura</i> ”		
Firmeza	Força requerida para a compressão da amostra entre os dentes molares	- Pouco: goiabada cascão convencional com adição de 40g de açúcar /100 g de goiaba* e teor final de sólidos solúveis igual a 65°Brix - Muito: goiabada em lata Predileta™
Gomosidade	Densidade que persiste durante a mastigação: energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para ingestão	- Pouco: goiabada Fugini™ - Muito: bala de goma



“Tabela 2, conclusão”

<b>Termos descritores</b>	<b>Definições</b>	<b>Referências</b>
Granulosidade	Percepção de presença da própria polpa de goiaba durante a mastigação	- Nenhuma: gelatina Royal <sup>TM</sup> preparada diluindo-se 45g do pó em 250 mL de água à 80°C - Muita: goiabada cascão sem adição de açúcar produzida com os seguintes ingredientes: com polpa de goiaba sem passar pela peneira de refinamento (mesh de 6 mm), sucralose (0,05g/100g), pectina BTM (0,9225g/100g), goma xantana (0,0815g/100 g), goma locusta (0,0815g/100g) e ácido cítrico (0,20 g/100g)

\*Polpa de goiaba mais pedaços do mesocarpo na proporção de 9:1, respectivamente.

Após participarem de sessões de treinamento com as referências e fichas de avaliação, realizou-se a seleção final dos provadores. Nesta seleção, 3 amostras de goiabada cascão sem adição de açúcar (tratamentos 1, 8 e ponto central da Tabela 1) sensorialmente diferentes entre si a 1% de significância (teste triangular) foram apresentadas aos provadores de forma monádica, em três repetições e avaliadas utilizando-se a ficha elaborada para a ADQ. Com os dados obtidos, foram selecionados 10 provadores com habilidade para discriminar as amostras ( $p$  de  $F_{amostra} < 0,30$ ) e repetibilidade ( $p$  de  $F_{repetição} > 0,05$ ) (DAMÁSIO; COSTELL, 1991) para participarem da avaliação final das amostras.

Esses dez provadores avaliaram as 17 amostras de goiabada cascão sem adição de açúcar em três repetições seguindo-se um delineamento em blocos completos balanceados. Um cubo de  $\pm 10$ g de cada amostra foi apresentado de forma monádica, seguindo a ordem de apresentação das amostras descrita por Wakeling e Macfie (1995). Devido ao elevado número de amostras (Tabela 1), foram realizadas 17 sessões durante 9 dias e, em cada sessão, os provadores avaliaram três amostras mantendo-se um intervalo de cinco minutos entre elas as avaliações para evitar resultados com grau de viés elevado (ACOSTA et al.,

2006). Além disso, água a temperatura ambiente foi fornecida para limpeza do palato entre as avaliações.

O desempenho dos provadores na análise descritiva quantitativa definitiva (na etapa de avaliação final das amostras) foi analisado pela ANAVA tendo como fontes de variação, amostra, provador e a interação entre eles. O p-valor (nível de significância) da interação deveria ser superior a 0,05 para que fosse garantida a boa qualidade da equipe de provadores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a etapa de avaliação final das amostras, verificou-se que os provadores 2, 7 e 9 não estavam em consenso com os demais, prejudicando o desempenho geral do painel. Portanto, o perfil sensorial da goiabada cascão sem adição de açúcar foi determinado de acordo com os dados de 7 provadores.

Para a avaliação das variáveis respostas, os modelos de regressão completos foram estabelecidos (Tabela 3) e para a análise dos resultados eliminaram-se os coeficientes não significativos, obtendo-se os modelos ajustados com o emprego de variáveis codificadas. Os resultados dos testes F e dos coeficientes de regressão indicaram que alguns modelos ajustados não se adequaram. Portanto, para essas variáveis respostas foram plotadas superfícies de respostas utilizando seus modelos completos.

Tabela 3 P-valores, coeficientes de regressão e efeitos dos fatores expressos pelos seus respectivos coeficientes obtidos nos modelos ajustados, para as variáveis físicas e sensoriais

Variáveis respostas	Modelos de regressão ajustados	Prob > F	R <sup>2</sup>
<i>Análises físicas</i>			
<b>Cor L*</b>	$35,92 - 1,24x_3$	0,0200	0,315
<b>Elasticidade (mm)</b>	$23,38 + 0,03x_1 - 1,43x_1^2$	0,0020	0,481
<i>Perfil sensorial</i>			
<b>Cor vermelha</b>	$6,21 - 0,69x_1$	0,0140	0,340
<b>Brilho</b>	$5,57 + 0,58x_1$	0,0020	0,471
<b>Sabor característico de goiabada cascão</b>	$5,30 + 0,32x_1 - 0,24x_1^2$	0,0140	0,457
<b>Gosto doce</b>	$5,20 + 0,54x_2$	0,0120	0,351
<b>Gosto ácido</b>	$3,71 - 0,22x_2$	0,0130	0,345
<b>Granulosidade</b>	$2,66 - 0,33x_1 - 0,29x_1x_3$	0,0000	0,750

$x_1$  = FOS;  $x_2$  = sucralose;  $x_3$  = taumatina

Esperava-se que a presença de polidextrose como substituto polimérico do açúcar e altamente higroscópico (BUNTING, 1994), assim como o FOS, fossem contribuir para a redução da atividade de água. No entanto, diferentemente dos doces de frutas convencionais que têm atividade de água em torno de 0,72 (MENEZES et al., 2009), a alta  $a_w$  das goiabadas sem adição de açúcares (0,94), assim como em outro estudo sobre geléias livres de açúcares ( $a_w$  média = 0,968) (KHOURYIEH; ARAMOUNI; HERALD, 2005), indicam maior susceptibilidade à deterioração desses produtos, pois a retirada total do açúcar das formulações estabelece um aumento do teor de água livre nos alimentos (MENEZES et al., 2009).

A taumatina foi a única variável independente que interferiu na coloração instrumental dos doces (Tabela 1), deixando-os mais escuros (Gráfico 1). Esse edulcorante, além de conferir sabor doce, por ser uma proteína (FAUS et al., 1998), pode participar da reação de *Maillard* na presença de açúcares, produzindo compostos de coloração escura (melanoidinas). Essa influência da taumatina sobre a cor não foi detectada pelo painel sensorial e a coloração instrumental vermelha (cor  $a^*$ ) também não foi afetada significativamente ( $p \geq 0,05$ ) pelos fatores avaliados. No entanto, para esses provadores, o tom vermelho das goiabadas se tornaram mais intensos (mais escuros) (Gráfico 1) e com mais brilho (Tabela 3) ao aumentar-se os níveis de FOS adicionado às formulações.

Por ser um subgrupo da inulina com grau de polimerização menor que 10 (AKALIN; ERIS, 2008; RASTALL, 2010), o FOS, quando aquecido à 80°C e em meio ácido, se hidrolisa (GLIBOWSKI; WASKO, 2008; KIM; WANG, 2001) podendo liberar monossacarídeos no meio, os quais são substratos ideais para promover a reação de *Maillard*, o que explica tal escurecimento (JING et al., 2009). Essa degradação do FOS também pode ser responsável pelo aumento da sinérese (GLIBOWSKI; WASKO, 2008), já que uma de suas funções tecnológicas é estabilizar a estrutura da fase aquosa. Com a liberação de água, as

superfícies dos doces se tornaram ligeiramente molhadas conferindo a característica de maior brilho às goiabadas (Tabela 4).

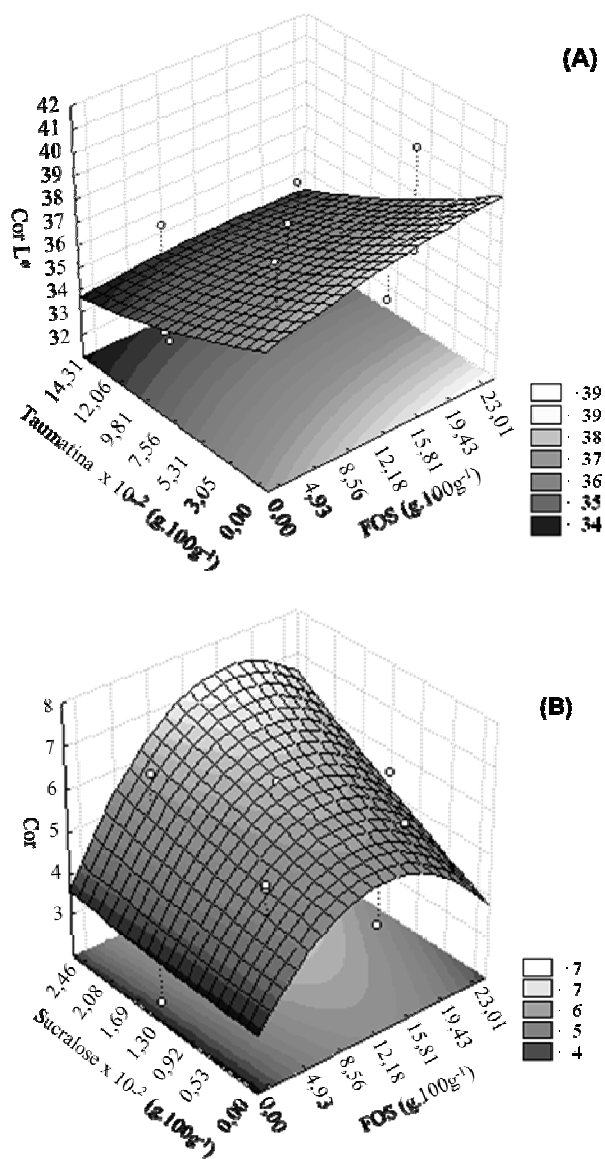
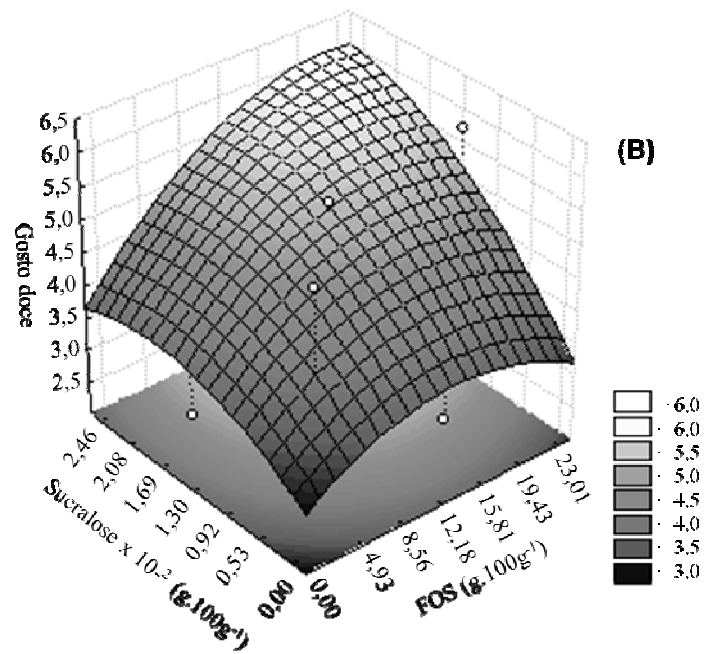
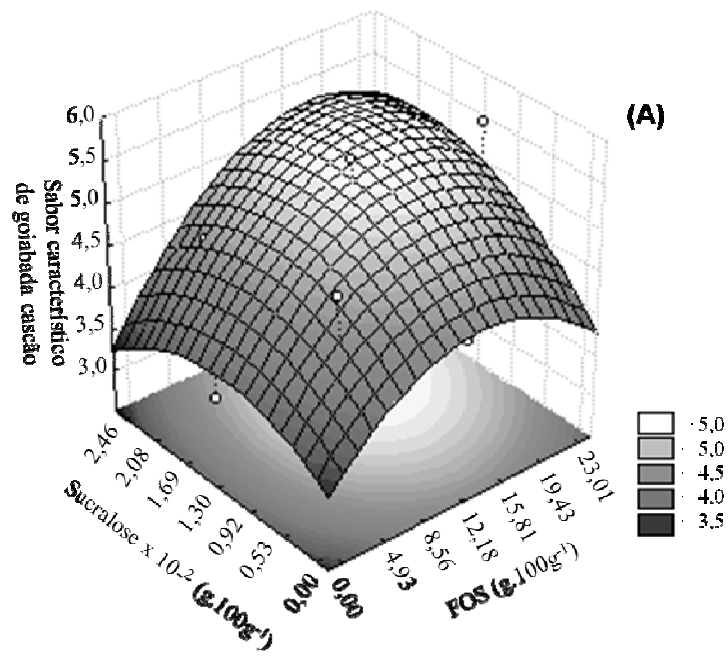


Gráfico 1 Superfícies de resposta utilizando o modelo completo para os parâmetros CIELab  $L^*$  (instrumental) (A) e cor (sensorial) (B) em função das concentrações de sucralose e taumatina, e sucralose e FOS, respectivamente

O painel sensorial não detectou influência das variáveis independentes sucralose, FOS e taumatina ( $p > 0,05$ ) sobre o aroma característico de goiabada cascão, corroborando com Buriti, Castro e Saad (2010) ao concluírem que o aroma de mousses de goiaba com propriedade simbiótica (presença de prebiótico e probiótico) também é indiferente para os consumidores, independente dos fatores avaliados.

Para obter o sabor característico de goiabada cascão, somente a presença da goiaba isoladamente não é suficiente, pois as reações de Maillard e de caramelização dos açúcares são responsáveis pela formação de compostos que estão atrelados à definição desse sabor (FENNEMA, 1997). Portanto, isso se torna uma das dificuldades das indústrias de alimentos ao tentarem desenvolver produtos sem adição de açúcares para atender consumidores diabéticos ou que buscam o controle de peso e/ou uma alimentação mais saudável. Sendo assim, a adição de FOS ao doce com o objetivo de melhorar suas características nutricionais se tornou ainda mais viável quando esse contribuiu significativamente ( $P < 0,05$ ) para realçar o seu sabor característico de goiabada (Gráfico 2). As propriedades da oligofrutose mencionadas por Roberfroid (2005), incluindo o paladar agradável, manutenção do *flavor* com redução do sabor residual, de realçar os sabores de frutas e de modificar o perfil de doçura (KAUR; GUPTA, 2002), provavelmente, foram responsáveis por esse resultado. Além disso, não interferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) no gosto residual amargo, assim como os edulcorantes de alta intensidade.



Continua...



Continuação

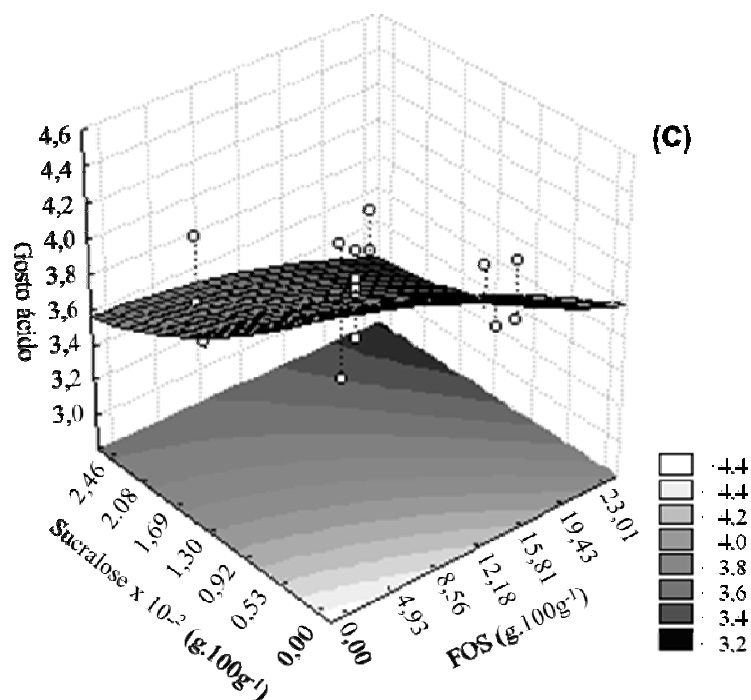


Gráfico 2 Superfícies de resposta utilizando o modelo completo para os atributos sabor característico de goiabada cascão (A), gosto doce (B) e gosto ácido (C) em função das concentrações de sucralose e FOS

A adição de sucralose deixou as goiabadas mais doces e, como esperado, esse efeito foi inversamente proporcional à percepção do gosto ácido, pois sabe-se que, devido ao efeito sinérgico de uma substância sobre outra em uma matriz alimentar (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999), pode ter ocorrido a diminuição da percepção da acidez em função do aumento da percepção da doçura, ou seja, a doçura pode ter mascarado a percepção da acidez (Gráfico 2).

A firmeza e a gomosidade avaliadas sensorialmente, assim como a firmeza e a adesividade medidas instrumentalmente não tiveram interferência dos fatores avaliados. É possível que as concentrações estudadas e as

características do processamento podem ter impedido que o FOS modificasse esses parâmetros de qualidade das goiabadas cascão sem adição de açúcar. Estudos mostram que ele interfere na textura dos alimentos, conferindo corpo ao substituírem açúcar e gordura, sendo que o aumento da firmeza de produtos, como sorvete, já foi relatado (AKALIN; ERISIR, 2008; DEVEREUX et al., 2003). Os únicos parâmetros de textura que sofreram alteração significativa ( $p < 0,05$ ) foram: a elasticidade (medida instrumentalmente) e granulabilidade (avaliada na ADQ) (Gráfico 3).

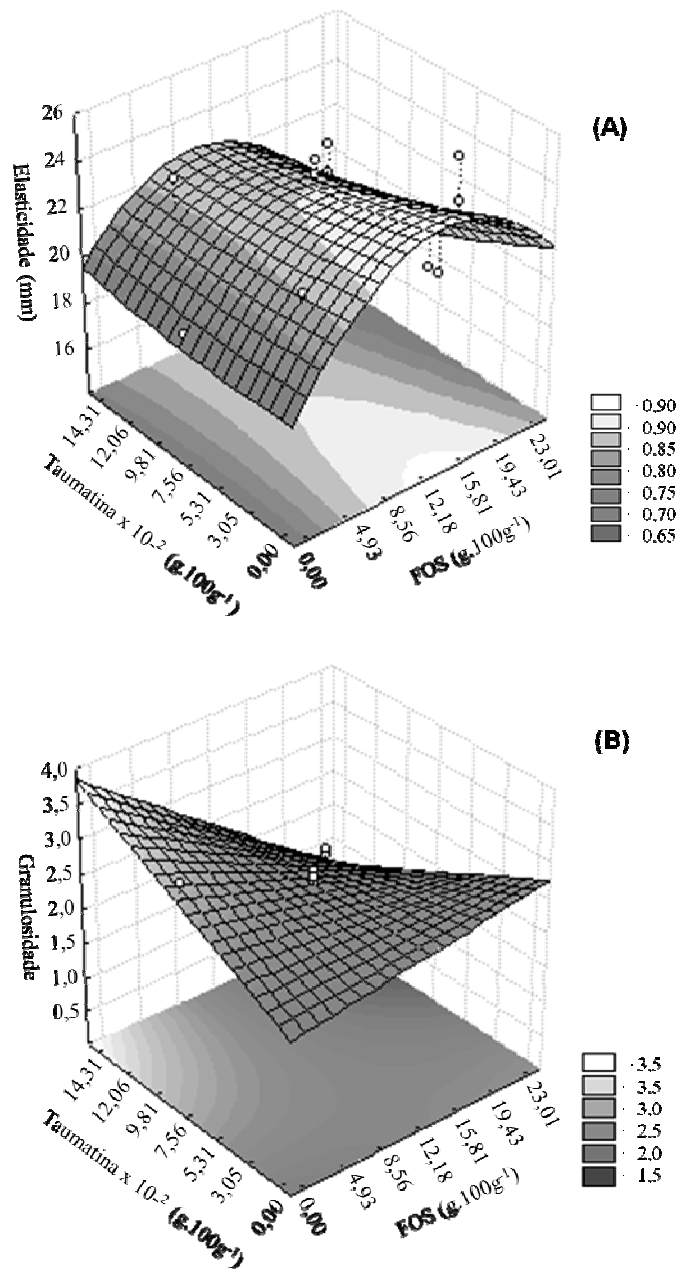


Gráfico 3 Superfícies de resposta utilizando o modelo completo para os parâmetros de elasticidade (instrumental) (A) e granulosidade (sensorial) (B) em função das concentrações de taumatina e FOS

As goiabadas cascão sem adição açúcar se tornaram mais elásticas com níveis de FOS intermediários (Gráfico 3). A superfície de resposta para a granulidade não indicou um ponto crítico em evidência. Portanto, apenas a análise do gráfico não é suficiente para uma resposta conclusiva sobre a interferência da taumatina e do FOS sobre a goiabada cascão sem adição de açúcar (Gráfico 3). Esperava-se um efeito inversamente proporcional entre granulidade e o FOS, uma vez que estudos relatam que entre suas propriedades têm-se as seguintes: solubilidade maior que a da sacarose, não cristaliza, não precipita e torna a textura mais lisa (PASSOS; PARK, 2003; YI et al., 2010).

#### 4 CONCLUSÃO

A incorporação de FOS em goiabada cascão sem adição de açúcar é viável, pois, além de enriquecer nutricionalmente o produto com o aumento de fibras solúveis, contribuiu com o aumento do gosto doce e realçou o sabor característico de goiabada cascão. A utilização da sucralose como um edulcorante de alta intensidade também demonstrou papel positivo ao contribuir para o aumento da doçura sem interferir no gosto residual amargo.

Em relação à textura, concentrações de FOS de até  $20\text{g}\cdot 100^{-1}$  aumentou a elasticidade avaliada instrumentalmente e interferiu na granulidade (sensorial), assim como a taumatina.

Embora a utilização da taumatina tenha diminuído o valor  $L^*$ , a avaliação sensorial de cor não foi afetada por ela. Diante da pouca influência desse edulcorante sobre os parâmetros de qualidade da goiabada cascão sem adição de açúcar, o resultado desse trabalho indica que maior atenção deve ser dada a esse edulcorante em estudos posteriores para que se estabeleçam limiares de detecção, principalmente em relação ao sabor, e possibilite que seja amplamente utilizado pela indústria de alimentos.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, O. et al. Ingredient levels optimization and nutritional evaluation of a low-calorie blackberry (*Rubus irasuensis* Liebm.) jelly. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 5, 2006.

AKALIN, A. S.; ERISIR, D. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 4, p. 184-188, 2008.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. 2011. Disponível em: <<http://www.diabetes.org/about-diabetes.jsp>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists International**. 17th ed. Gaithersburg: Horwitz, 2000. 2200 p.

BUNTING, C. Sugar free ingredient. **The Manufacturing Confectioner**, Princeton, p. 55-58, Oct. 1994.

BURITI, F. C. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of synbiotic guava mousses. **Food Chemistry**, Barking, v. 123, p. 1190–1197, 2010.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, La Rioja, v. 3, n. 12, p. 165-178, 1991.

DEVEREUX, H. M. et al. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, p. 1850–1854, 2003.

FAUS, I. et al. Secretion of the sweet-tasting protein thaumatin by recombinant strains of *Aspergillus niger* var. *awamori*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 49, p. 393-398, 1998.

FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3. ed. New York: M. Dekker, 1997. 1069 p.

GLIBOWSKI, P.; WASKO, A. Effect of thermochemical treatment on the structure of inulin and its gelling properties. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, p. 2075–2082, 2008.

GRICE, H. C.; GOLDSMITH, L. A. Sucralose; an overview of the toxicity data. **Food Chemical and Toxicology**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 1–6, 2000.

FRANCO, B. G. M.; LANGDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

JING, H. et al. Comparison of physicochemical and antioxidant properties of egg-white proteins and fructose and inulin maillard reaction products. **Food and Bioprocess Technology**, Dublin, Oct. 2009.

KAUR, N.; GUPTA, A. K. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Journal of Bioscience**, Osaka, v. 27, p. 703–714, 2002.

KIM, J.; WANG, S. S. Kinetic study of thermally induced inulin gel. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 7, p. 991-997, 2001.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton: CRC, 1999. 387 p.

MELO, L. L. M. M.; BOLINI, H. M. A.; EFRAIM, P. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, p. 138–143, 2009.

MENEZES, C. C. et al. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 1-8, jul./set. 2009.

MYERS, R. H.; MONTGOMERY, D. C. **Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments**. 2. ed. New York: J. Wiley, 2002. 798 p.

MOKDAD, A. H. et al. The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States. **JAMA**, Chicago, v. 286, n. 1, p. 1195–1200, 2001.

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

NABORS, L. O. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. **Food Technology**, Chicago, v. 56, p. 28–45, 2002.

NESET, T. S. S. et al. Understanding consumption-related sucralose emissions — A conceptual approach combining substance-flow analysis with sampling analysis. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 408, p. 3261–3269, 2010.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003.

RASTALL, R. A. Functional oligosaccharides: application and manufacture. **Annual Reviews Food Science and Technology**, San Diego, v. 1, p. 305–39, 2010.

ROBERFROID, M. B. **Inulin-type fructans: functional food ingredients**. Boca Raton: CRC, 2005. 359 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Department of Health and Human Services. **Dietary guidelines for americans, 2010**. 7<sup>th</sup> ed. Washington: U.S. Government Printing Office, 2010.

YI, H. et al. Extraction and enzymatic hydrolysis of inulin from Jerusalem artichoke and their effects on textural and sensorial characteristics of yogurt. **Food Bioprocess Technology**, Dublin, v. 3, p. 315–319, 2010.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v.6, n. 4, p. 299-308, 1995.



“Agradeço à Professora Doutora Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA, ao Professor Doutor João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA, Professora Doutora Ana Carla Marques Pinheiro – DCA/UFLA e Professor Doutor Renato Ribeiro de Lima – DEX/UFLA, por participarem do comitê de orientação do terceiro artigo do presente trabalho.”

**ARTIGO 4 OTIMIZAÇÃO DE GOIABADA CASÇÃO SEM ADIÇÃO DE  
AÇÚCAR E COM FRUTOOLIGOSSACARÍDEO E AVALIAÇÃO DOS  
SEUS EFEITOS SOBRE BIOMARCADORES DE CARCINOGENESE  
EM RATOS**

Norma NBR 6022:2003

## RESUMO

Diante da busca por produtos saudáveis e que tragam benefícios adicionais à saúde dos consumidores, o objetivo desse trabalho foi otimizar uma goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico (frutooligossacarídeo), e avaliar seus efeitos *in vivo* sobre o câncer de cólon induzido por 1,2 dimethylhydrazine (DMH), um potente carcinógeno de cólon e que, por sofrer metabolismo oxidativo resultando no íon diazônico eletrofílico, é conhecido por provocar estresse oxidativo. Para otimizar a goiabada cascão sem adição de açúcar avaliou-se o efeito de frutooligossacarídeo, sucralose e taumatina sobre os seguintes parâmetros de qualidade: rendimento, teores de frutanos e aceitação sensorial. Determinou-se a composição nutricional da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada e avaliou-se seu efeito em biomarcadores de carcinogênese em ratos. Pode-se concluir que é viável produzir uma goiabada sem adição de açúcar e com prebiótico de boa aceitação sensorial e que enquadre nas categorias de “*diet*” e/ou “*sugar-free*”, “*light*” e/ou “*low-calorie*” e de alimentos com alegação de propriedades funcionais. Os resultados indicam que o consumo da goiabada otimizada não teve efeito sobre o desenvolvimento de focos de criptas aberrantes (FCA) clássico e FCA mucina-negativo quando avaliado uma semana após término dos procedimentos de indução de mutagênese. Mas, em doses elevadas pode potencializar o estresse oxidativo, quando comparado com o que é gerado espontaneamente. Mas, em doses acima de 1,0g/rato/dia, potencializou a oxidação proteica, quando comparado ao gerado espontaneamente. O consumo diário desse novo produto também provocou o aumento da peroxidação lipídica. Tais resultados podem estar relacionados ao cenário experimental, no qual os animais receberam doses diárias do produto durante todo o período experimental.

Palavras-chave: Sucralose. Taumatina. Frutooligossacarídeo. Estresse oxidativo. Focos de criptas aberrantes.

## ABSTRACT

Faced with the search for healthy products and that provide additional benefits to consumer health, the objective of this work was to optimize guava preserve with no sugar added and with prebiotics (fructooligosaccharide), and to evaluate its effects *in vivo* on the colon cancer induced by 1,2 dimethylhydrazine (DMH), a potent colon carcinogen and that, by undergoing oxidative metabolism resulting in the electrophilic diazonium ion, is known for provoking oxidative stress. To optimize the guava preserve with no added sugar, the effect of fructooligosaccharide, sucralose and thaumatin on the following quality parameters was evaluated: yield, fructan content and sensorial acceptance. The nutritional composition of the guava preserve with no added sugar and with optimized prebiotics was evaluated its effect on carcinogenesis biomarkers in mice. It can be concluded that it is viable to produce a guava with no added sugar and with prebiotics of good sensorial acceptance which can be placed in the “diet” and/or “sugar-free”, “light” and/or “low-calorie” categories, foods with allegations of functional properties. The results indicate that the consumption of the optimized guava does not have an effect on the development of aberrant crypt foci (ACF) classic and mucin-negative when appraised one week after the end of the procedures for mutagenesis induction in mice. But, in high doses, it can enhance oxidative stress, when compared with that which is generated spontaneously. But, doses above 1,0g/mice/day enhanced the protein oxidation, when compared with that which is generated spontaneously. The daily consumption of this new product also caused increased lipid peroxidation. These results may be related to the experimental setting, in which the animals received daily doses of the product throughout the experimental period.

Keywords: Sucralose. Thaumatin. Fructooligosaccharides. Oxidative stress. Aberrant crypt foci.

## 1 INTRODUÇÃO

O câncer colorretal é uma causa crescente de morte no Brasil, sendo responsável por 11.322 óbitos em 2007 (BRASIL, 2010). Nos países ocidentais é a segunda principal causa de morte por câncer e o terceiro tipo de câncer mais comum entre homens e mulheres (AMERICAN CANCER SOCIETY - ACS, 2008; JEMAL et al., 2007). Estudos clínicos e epidemiológicos têm relacionado fatores ambientais como dieta e estilo de vida, como os mais importantes no processo de carcinogênese (SCHARLAU et al., 2009). Essas condições, bem como o processo de envelhecimento, estão associadas ao estresse oxidativo devido à elevação de espécies reativas de oxigênio (ROS) ou desintoxicação de ROS insuficiente. Estresse oxidativo (SO) ocorre quando a produção ROS excede a capacidade das defesas antioxidantes celulares para remover essas espécies tóxicas (LIMÓN-PACHECO; GONSEBATT, 2009).

Por causa da detecção de vários compostos bioativos em frutas, como as substâncias antioxidantes presentes na goiaba, tem havido interesse crescente no estudo da relação entre alimentação e o risco de doenças (NILSSON; STEGMARK; AKESSON, 2004). Estudos epidemiológicos têm demonstrado proteção consistente do consumo de frutas e produtos hortícolas contra o risco de várias doenças, como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular (CROWE et al., 2011; ZHANG et al., 2011). Paralelamente, há evidências epidemiológicas que sugerem que a ingestão de prebióticos, por exemplo, a inulina e os frutoligossacarídeos (FOS), têm efeito protetor contra o câncer colorretal (MUNJAL et al., 2009). No entanto, os efeitos aditivos e sinérgicos com componentes de outros alimentos são frequentemente ignorados (HODEK et al., 2009).

Apesar do seu consumo *in natura*, a goiaba também é comumente comercializada desidratada ou na forma de suco, purê, doce ou geléia,

principalmente por ser um fruto altamente perecível (KASHYAP et al., 2001) e esses produtos terem grande aceitação pelos consumidores.

Uma forma de tornar esses produtos mais saudáveis é utilizar ingredientes que tenham comprovados benefícios para a saúde como os prebióticos, cujo termo foi introduzido por Gibson e Roberfroid (1995) e definido como sendo um ingrediente alimentar não digerido, que resulta em benefício ao hospedeiro pela estimulação seletiva do crescimento e/ou ativação do metabolismo de uma ou de um número limitado de bactérias no cólon. Os frutooligossacarídeos (FOS) ou oligofrutoses são oligossacarídeos resistentes, isto é, carboidratos complexos de configuração molecular que os tornam resistentes à ação hidrolítica da enzima salivar e intestinal, atingindo intactos o cólon. O FOS desempenha diversas funções fisiológicas no organismo, como a alteração do trânsito intestinal, promovendo: redução de metabólitos tóxicos, prevenção de câncer de cólon, redução do colesterol plasmático e da hipertrigliceridemia, melhora da biodisponibilidade de minerais, além de contribuir para o aumento da concentração das bifidobactérias no cólon (WATZL et al., 2005). Segundo Jie et al. (2000), a polidextrose pode ser também considerada como prebiótico, pois estimula o crescimento de lactobacilos e bifidobactérias e a fermentação contínua ao longo do cólon. Esta última promove a redução do pH fecal e a produção de ácidos graxos de cadeia curta, destacando-se o butirato, que pode reduzir riscos de câncer. Apesar desses relatos, segundo Rastall (2010) os dados na literatura sobre as propriedades prebióticas da polidextrose ainda são um tanto inconsistentes.

Sabendo-se que a incidência do diabetes na população é alarmante (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2011) e diante da busca por produtos saudáveis e que tragam benefícios adicionais à saúde dos consumidores, o objetivo deste trabalho foi otimizar uma goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico, e avaliar seus efeitos *in vivo* sobre o câncer

de cólon induzido por 1,2 dimethylhydrazine (DMH), um potente carcinógeno de cólon e que, por sofrer metabolismo oxidativo resultando no íon diazônico eletrofílico, é conhecido por provocar estresse oxidativo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Otimização

#### 2.1.1 Delineamento experimental e análise estatística

Para a otimização da goiabada cascão sem adição de açúcar e com adição de prebiótico o experimento foi conduzido utilizando-se um planejamento fatorial  $2^3$  completo com 6 pontos axiais ( $\pm \alpha = (2^k)^{1/4}$ , sendo k igual ao número de variáveis independentes) e 3 pontos centrais conforme representado na Tabela 1 (MYERS; MONTGOMERY, 2002).

Tabela 1 Delineamento fatorial  $2^3$  completo

Tratamentos	Variáveis codificadas			Variáveis reais (g/100 g)*		
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
1	+1	+1	+1	4,93	0,00651	0,0306
2	-1	+1	+1	19,43	0,00651	0,0306
3	+1	-1	+1	4,93	0,01953	0,0306
4	-1	-1	+1	19,43	0,01953	0,0306
5	+1	+1	-1	4,93	0,00651	0,1206
6	-1	+1	-1	19,43	0,00651	0,1206
7	+1	-1	-1	4,93	0,01953	0,1206
8	-1	-1	-1	19,43	0,01953	0,1206
9	-1,68	0	0	0	0,01302	0,0756
10	+1,68	0	0	24,36	0,01302	0,0756
11	0	-1,68	0	12,18	0	0,0756
12	0	+1,68	0	12,18	0,02604	0,0756
13	0	0	-1,68	12,18	0,01302	0
14	0	0	+1,68	12,18	0,01302	0,1512
15	0	0	0	12,18	0,01302	0,0756
16	0	0	0	12,18	0,01302	0,0756
17	0	0	0	12,18	0,01302	0,0756

x<sub>1</sub> = FOS; x<sub>2</sub> = sucralose; x<sub>3</sub> = taumatina.

\* todas as concentrações foram calculadas considerando-se o total de goiaba utilizada (polpa de goiaba refinada e pedaços do mesocarpo na proporção de 9/1).



Utilizou-se a metodologia de superfície de resposta para avaliar o efeito das concentrações de FOS, sucralose e taumatina sobre as seguintes variáveis dependentes: o rendimento, teor de frutanos e aceitação sensorial. Os modelos foram estimados segundo a Equação 1 e os resultados foram analisados por um método de regressão múltipla que descreve os efeitos das variáveis em modelos polinomiais de segunda ordem. A análise de variância (ANAVA) foi aplicada para testar a adequação dos modelos e os critérios adotados para avaliar o ajuste desses modelos foram: a significância da regressão pelo teste F e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

$$y = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_j + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_j \beta_{jj} x_j^2 + \varepsilon \quad (1)$$

Em que  $\beta_n$  são os coeficientes de regressão,  $y$  são as variáveis dependentes em questão,  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  são as variáveis independentes codificadas (FOS, sucralose e taumatina) e  $\varepsilon$  o erro experimental. Utilizou-se o teste t para avaliar a significância dos parâmetros dos modelos ao nível de significância de 5%. As análises de regressão foram realizadas e as superfícies de resposta foram plotadas com o auxílio do *software* Statistica (Statistica Release 8.0, Statsoft Inc. Tulsa).

Quando à superfície de resposta não apresentou um ponto crítico (máximo ou mínimo) em evidência aplicou-se a "análise de cumeeira" (Ridge analysis) para determinar o ponto ótimo (HOERL; KENNARD; BALDWIN, 1975).

### 2.1.2 Preparo das formulações

Foram utilizadas goiabas (*Psidium guajava*, L) da cultivar Pedro Sato produzidas por agricultores da região de Lavras, MG, ácido cítrico moidratado (grau comercial NUCLEAR), sorbato de potássio (grau comercial VETEC, RJ, Brasil), polidextrose (Danisco®, SP, Brasil), gomas xantana e locusta (Danisco®, SP, Brasil), pectina BTM SF369 extra (Danisco®, SP, Brasil), sucralose (Nutramax®, SP, Brasil), taumatina (DietMax™P10-GA300, Nutramax, SP, Brasil) e frutoligossacarídeo (Orafit® P95, Beneo Orafit, Tienen, Bélgica). Segundo informações do fabricante, a pectina SF 369 EXTRA é uma pectina aminada e cálcio-reativa intermediária padronizada com açúcares. Portanto, não é necessário adicionar cálcio na formulação, uma vez que a quantidade de cálcio presente na goiaba é suficiente para a geleificação da mesma.

Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a  $200\text{mg.L}^{-1}$  por 15 minutos e despulpados em despulpadeira elétrica (Macanuda®, SC, Brasil) utilizando peneira com mesh de 6 mm de diâmetro. Alguns frutos não foram despulpados para que fossem retirados os mesocarpos, os quais foram cortados em pedaços de aproximadamente  $1\text{ cm}^2$  e misturados à polpa obtida na proporção de 9:1, respectivamente.

Os doces foram processados em tacho aberto (Macanuda®, SC, Brasil), onde colocaram-se, primeiramente, a goiaba (polpa adicionada de pedaços do mesocarpo na proporção de 9:1, respectivamente) e a polidextrose. Quando essa mistura atingiu  $45^\circ\text{Brix}$ , adicionou-se os edulcorantes sucralose e taumatina (Tabela 1), e os hidrocoloides nas concentrações determinadas pela primeira etapa de otimização, referente ao capítulo 2, ou seja,  $0,9225\text{g.}100\text{g}^{-1}$ ,  $0,08151\text{g.}100\text{g}^{-1}$  e  $0,08151\text{ g.}100\text{g}^{-1}$  para pectina BTM, goma xantana e goma

locusta, respectivamente. Diluiu-se a pectina BTM na proporção de 6 g de pectina BTM para 100 mL de água à 80°C sob agitação constante, e nessa solução foram acrescentados as gomas xantana e locusta. O FOS, nas concentrações distintas (Tabela 1), também foi diluído em água em temperatura ambiente na proporção de 1:1, sendo essa solução adicionada quando o doce atingiu 55°Brix. O acidulante (ácido cítrico = 0,20 g.100g<sup>-1</sup>) e o conservante (sorbato de potássio = 0,05 g.100g<sup>-1</sup>) foram incorporados ao doce no final do processo de cocção (60°Brix). Após o término do processo, os doces, à temperatura de ± 80°C, foram envasados em potes de polipropileno com 5,5 cm de altura e 9 cm de diâmetro, e armazenados à ± 25°C em câmaras com controle de temperatura por 24 horas.

### 2.1.3 Rendimento

O rendimento dos doces em relação à quantidade de goiaba utilizada foi calculado de acordo com a seguinte Equação 1.

$$\text{rendimento (g.100g}^{-1}\text{ de polpa de goiaba)} = \text{Pf} * 100/\text{Pi} \quad (1)$$

Em que Pi é o peso da polpa + pedaços do mesocarpo na proporção de 9:1; e Pf é o peso da goiabada após o processamento.

### 2.1.4 Determinações químicas

Realizou-se, a determinação da composição nutricional da formulação da goiabada casção sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada e da ração comercial que foi fornecida aos animais durante o ensaio *in vivo*.

Os teores de glicose, frutose e sacarose da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) utilizando cromatógrafo Walnut Creek CA 94598-1675 (USA) com detector de índice de refração, coluna e pré-coluna Merck KGaA, 64271 Darmstadt (Germany). A fase móvel foi composta de uma mistura de água e acetonitrila (80:20 v / v) e a taxa de fluxo foi 1 mL / min. Os limites de detecção do método são 0,2 g.100g<sup>-1</sup> para os 3 açúcares estudados.

A análise de enzimática para determinação de frutanos foi realizada segundo a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005). Sabendo-se que a polidextrose é um polímero extremamente estável dentro de uma faixa ampla de pH, temperatura, condições de processamento e estocagem (JIE et al., 2000), a sua concentração no doce foi estimada segundo a Equação 2.

$$\% \text{ polidextrose} = \frac{\text{polidextrose adicionada}}{\text{Rendimento do doce}} \times 100 \quad (2)$$

As determinações dos teores de umidade, proteína, extrato etéreo, cinzas, fibra alimentar total e frações, carboidratos e valor calórico tanto da goiabada cascão sem adição de açúcar otimizada, como da ração comercial foram realizadas de acordo a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000). Os valores calóricos dos prebiótico foram inseridos no total empregando-se os equivalentes calóricos de 1,5 kcal.g<sup>-1</sup> de FOS (BENEO ORAFIT, 2007) e 1,0 kcal.g<sup>-1</sup> de polidextrose (FARZANMEHR; ABBASI, 2009). O perfil de aminoácidos também foi determinado por HPLC segundo Hagen, Frost e Augustin (1989) e White, Hart e Fry (1986).

### **2.1.5 Teste de aceitação**

O teste de aceitação foi realizado por 111 consumidores em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, onde as amostras de goiabada foram avaliadas quanto à aceitação em relação à impressão global utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos variando entre os termos hedônicos “desgostei extremamente (escore 1)” e “gostei extremamente (escore 9)” (ACOSTA; VÍQUEZ; CUEBERO, 2008). Os provadores receberam, em média, 15 g de cada uma das amostras em copos plásticos descartáveis codificados com números de três dígitos, as quais foram servidas monadicamente em 3 sessões, seguindo a ordem de apresentação de amostras proposta por Wakeling e Macfie (1995).

## **2.2 Ensaio in vivo**

### **2.2.1 Animais e tratamentos**

O comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal de Alfnas aprovou os protocolos utilizados nesse estudo (número de protocolo 288/2010).

Ratos machos com 4 semanas de idade da raça Wistar foram obtidos no CEMIB (UNICAMP Campinas, SP, Brasil). Os animais foram mantidos em gaiolas de polipropileno (3 ou 4 animais / gaiola) cobertas com grades metálicas em uma sala climatizada com controle de temperatura a  $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $55 \pm 5\%$  de umidade e com um ciclo de 12 horas claro-escuro. Eles foram alimentados com ração comercial Nuvilab CR-1 ® (Nuvital Nutriente S / A, Colombo, PR, Brasil) e água *ad libitum* durante o experimento.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos (Figura 1), os quais: grupos 1, 3, 4 e 5 receberam quatro injeções s.c. de DMH (40 mg / kg) duas vezes por semana, durante duas semanas (segunda e terceira semanas experimentais), e os grupos 2 e 6 receberam injeções similares de solução de EDTA (veículo da DMH, 37 mg/100 ml de água destilada) (DIAS et al., 2006; DIAS et al., 2010). O consumo de ração e água, e o peso dos animais foram medidos duas vezes por semana durante todo o período experimental. Ao final das quatro semanas, todos os animais foram anestesiados com cetamina (0,08 mg / kg) e xilazina (0,04 mg / kg de peso corporal) e submetidos à uma punção cardíaca para a coleta do sangue e, em seguida, foram sacrificados. Na necropsia retirou-se o fígado e cólon dos animais.

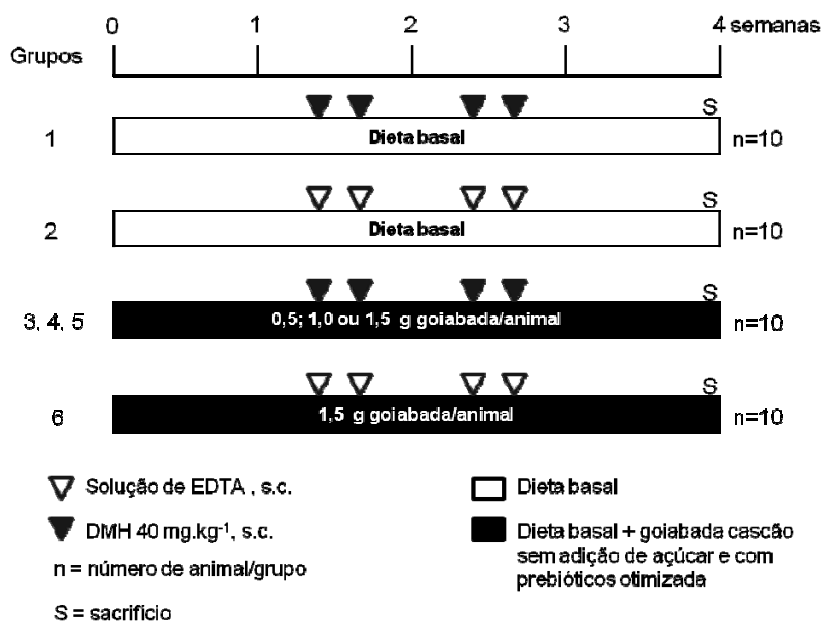


Figura 1 Protocolo experimental: (G1) DMH; (G2) controle; (G3) DMH + 0,5 goiabada/animal; (G4) DMH + 1,0g goiabada/animal; (G5) DMH + 1,5g goiabada/animal; (G6) EDTA + 1,5g goiabada/animal

### **2.2.2 Processamento dos cólons, análises de focos de criptas aberrantes (FCA) clássico e mucina negativo**

Na necropsia, todos os cólons foram removidos, abertos longitudinalmente e lavados em solução salina. Como a incidência e/ou multiplicidade de FCA de cólons murinos, adenomas e adenocarcinomas são consistentemente maiores nas regiões média e distal do cólon do que no cólon proximal de animais tratados com DMH (DIAS et al., 2010; JACKSON et al., 2003.), 1/7 do comprimento do cólon foi extirpado da região proximal para análise de estresse oxidativo nesse tecido. Assim, os outros segmentos foram fixados em placas de isopor e imersos em formalina tamponada 10% por 24 h. Para FCA clássico, os cólons foram corados com metileno a 1% por 1 minuto e, em seguida, contou-se o número de FCA/cólon e do número de criptas aberrantes em cada FCA, os quais foram determinados utilizando-se microscópio de luz em 40 ampliações. Após descoloração com etanol 70% e agitando-se suavemente em temperatura ambiente, os cólons foram remarcados com um azul de toluidina 0,025% em solução de ácido acético 3% (TB, pH 2,5) para detectar FCA mucina negativo (DIAS et al., 2010).

### **2.2.3 Estresse oxidativo no fígado e cólon**

Uma porção de 1/7 do comprimento do cólon foi extirpado da região proximal, os seus conteúdos foram removidos e o intestino foi, então, homogeneizado em 1,5 mL de soro (NaCl 0,9% w/v) com 20 *strokes* utilizando um homogeneizador Teflon (ITAGAKI et al., 2009). O fígado foi perfundido com solução de NaCl 0,9% (w/v). As amostras, após neutralizadas com mistura reativa (20 µL) foram cromatografadas em coluna VC-ODS RP18 250 mm x 4,6 mm i.d. com tampão fosfato 25 mM 50:50 (v/v) e pH 6.5. O metanol foi a

fase móvel com vazão de 0,8 mL.min<sup>-1</sup>. A detecção fluorimétrica foi realizada com  $\lambda_{exc}$ 532nm e  $\lambda_{emm}$ 553nm, usando um detector de modelo RF-10AXL. O pico do aduto MDA-TBA foi calibrado com uma solução padrão TEP processada exatamente da mesma forma que as amostras de fígado (BROWN; KELLY, 1996).

A análise do dano oxidativo nas proteínas do fígado foi realizada por meio da medição da concentração do PCO em espectrofotômetro a 370 nm (Espectrofotômetro Biochrom LIBRA 522, Berlim, Alemanha) segundo Eymard, Baron e Jacobsen (2009).

Os níveis de MDA e de carbonilas proteicas foram padronizadas para teor de proteína total (BRADFORD, 1976).

#### **2.2.4 Delineamento experimental e análise dos resultados**

A análise de variância foi utilizada para a avaliação do peso corpóreo, do ganho de peso, dos consumos de ração e de água, e das análises de estresse oxidativo. Se significativo ( $P < 0,05$ ), utilizou-se o teste de Tukey para determinar a diferença entre os tratamentos. O total do número de FCA, número de CA por foco e a relação entre cripta/FCA nos diferentes grupos foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis (DIAS et al., 2010). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).



### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Otimização da goiabada cascão**

Os modelos de regressão completos foram estabelecidos e para a análise dos resultados eliminaram-se os coeficientes não significativos, obtendo-se os modelos ajustados com o emprego das variáveis codificadas (Tabela 2).

Como já era esperado, os coeficientes de regressão da variável independente FOS indicaram relação diretamente proporcional dos níveis de FOS com o rendimento e os teores de frutanos das goiabadas (Tabela 2), ou seja, quanto maior a adição de FOS, maior o rendimento e a concentração final de frutanos dos doces, mesmo com a degradação média de  $12,8 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  do FOS adicionado às formulações em decorrência da exposição à temperatura de cocção ( $\pm 85^\circ\text{C}$ ) e a acidez característica desse produto ( $\text{pH} = 3,7$ ).

Tabela 2 P-valores, coeficientes de regressão e efeitos dos fatores expressos pelos seus respectivos coeficientes obtidos nos modelos ajustados o rendimento, teores de frutanos e aceitação sensorial

Variáveis respostas	Modelos de regressão ajustados	Prob > F	R <sup>2</sup>
<b>Rendimento (g.100g<sup>-1</sup> de goiaba)</b>	$y = 78,95 + 11,62x_1$	0,000	0,908
<b>Frutanos (g.100g<sup>-1</sup> de goiabada cascão)</b>	$y = 10,31 + 4,71x_1$	0,000	0,793
<b>Aceitação geral</b>	$y = 6,53 - 0,17x_1^2 + 0,29 x_2$	0,055	0,534

$x_1$  = FOS;  $x_2$  = sucralose;  $x_3$  = taumatina.

A análise da superfície de resposta para a aceitação sensorial não indicou um ponto crítico em evidência (Gráfico 1), o que foi confirmado pela análise dos autovalores (0,06; -0,11; -0,22) (CORNELL; KHURI, 1987). A análise dos erros padrões ( $\leq 0,2344$ ) indica que a estimativa do método de cumeeira para a aceitação máxima está na região experimental equivalente ao raio 1,68, o qual determina matematicamente que para obter-se um escore de aceitação sensorial igual a 7,14, o qual caracteriza uma boa aceitação (INSTITUTE OF MEDICINE - IOM, 2002) é necessário a adição das seguintes concentrações das variáveis independentes avaliadas: 16,87 g.100g<sup>-1</sup> de FOS, 0,0225 g.100g<sup>-1</sup> de sucralose e 0,1185 g.100g<sup>-1</sup> de taumatina (formulação ótima). Com esses valores, estima-se obter uma goiabada cascão sem adição de açúcar com concentração de frutanos igual a 11,84 g.100g<sup>-1</sup> de goiabada e com rendimento igual a 88 g.100g<sup>-1</sup> de polpa de goiaba.

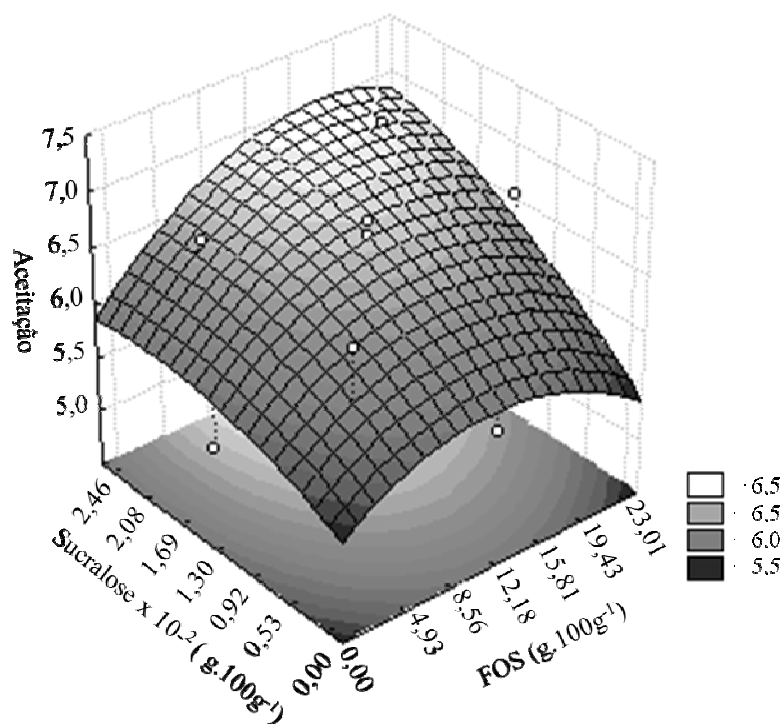


Gráfico 1 Superfície de resposta do modelo completo para a aceitação sensorial em relação às concentrações de sucralose e FOS

Para que um produto seja chamado “*diet*” e/ou “*sugar-free*” basta que não seja adicionado de açúcares (BRASIL, 1998a) e, apesar dos açúcares identificados pelas análises físico-químicas (Tabela 3), a goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada pode receber essa designação e poderá ser consumida por diabéticos. De acordo com Phillipi (2002) as goiabadas convencionais fornecem em média  $250 \text{ kcal.100g}^{-1}$ . Portanto, com uma redução calórica maior que 50%, o doce otimizado também poder ser chamado de “*light*” e/ou “*low-calorie*” (BRASIL, 1998b; FDA, 2008; GOVERNMENT PRINTING OFFICE - GPO, 2007).

Tabela 3 Composição nutricional da formulação ótima de goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico

<b>Componente</b>	<b>Teores (g.100g<sup>-1</sup>)*</b>
<b>Valor calórico (kcal.100g<sup>-1</sup>)</b>	111,34 ± 3,85
<b>Umidade</b>	34,53 ± 0,75
<b>Carboidratos</b>	8,20,41**
<b>Sacarose</b>	0,30 ± 0,00
<b>Glicose</b>	5,30 ± 0,10
<b>Frutose</b>	6,70 ± 0,20
<b>Fibra alimentar total</b>	4,91 ± 0,33
<b>Fibra solúvel</b>	1,43 ± 0,28
<b>Fibra insolúvel</b>	2,58 ± 0,27
<b>Frutanos</b>	12,83 ± 0,22
<b>Polidextrose</b>	34,18**
<b>Extrato etéreo</b>	0,86 ± 0,08
<b>Cinzas</b>	0,15 ± 0,04
<b>Proteínas</b>	0,11 ± 0,02

\*Dados relatados como média ± desvio padrão (n = 3).

\*\*Determinados por cálculo.

A análise da composição nutricional da formulação ótima de goiabada cascão sem adição de açúcares e com prebiótico determinou que o produto contém baixos teores de proteína e gordura, e seu conteúdo de energia foi fornecido principalmente por carboidratos (Tabela 3), assim como nos estudos de Acosta et al. (2006) e Acosta, Viquez e Cuebero (2008) ao avaliarem geléias sem adição de açúcares. Sabendo-se que a análise enzimática para determinação de fibra alimentar total não quantifica as fibras com características de frutanos e polidextrose (ZHANG et al., 2010), deve-se somar esses componentes do doce para estabelecer sua real composição. Sendo assim, as fibras compõem mais da metade da composição nutricional da goiabada, podendo ser classificado como um excelente teor de fibra (FDA, 2008). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008), o novo produto também se enquadra na categoria de alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde, por conter mais de 3g de FOS e polidextrose por porção de 40 g do produto (BRASIL, 2003).

Assim como o baixo teor de proteínas (Tabela 3), o perfil de aminoácidos revela que a goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico também têm baixa quantidade de fenilalanina podendo ser uma boa opção alimentar para as pessoas portadoras de um erro inato do metabolismo desse aminoácido, como os fenilcetonúricos (RAMASWAMI; SMITH, 1997).

### **3.2 Efeito *in vivo***

Os efeitos da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada na fase inicial do câncer de cólon induzido por DMH em ratos wistar, foi investigado analisando-se os parâmetros de criptas aberrantes, depleção de mucina e estresse oxidativo. As quantidades foram baseadas no Dietary Guidelines for Americans 2010 (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2010), o qual evidencia que a proporção de açúcares adicionados em alimentos contribui em média com 16% das calorias totais da dieta de norte americanos, sendo que desse total, 6% corresponde ao consumo de doces de frutas. Considerando que o perfil médio de ingestão de calorias dos animais foi de 52 kcal/rato/dia, que nesse estudo a única fonte de açúcares adicionados em alimentos foi a goiabada e que o valor calórico de uma goiabada convencional é de 250 kcal.100g<sup>-1</sup> em média (PHILIPPI, 2002), o seu consumo na dose de 1.0 g/rato/dia ou 2,5 kcal/rato/dia chegaria a alcançar 5% do valor calórico da dieta. Entretanto, como o alimento estudado possui baixo valor calórico (111,34 kcal.100g<sup>-1</sup>), permitiu que doses médias de 0,5, 1,0 e 1,5 g/rato/dia fornecessem apenas 0,56, 1,12 e 1,68 % kcal/animal e com um grande aporte de fibras, em contraste com a maioria dos alimentos adicionados de açúcares que são fontes de calorias, no entanto, têm pouco ou nenhum nutriente essencial e/ou fibras (USDA, 2010).

A ingestão de diferentes concentrações da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada não interferiu no ganho de peso corporal (Tabela 4) quando comparado com o grupo controle positivo (G1). No entanto, os animais não iniciados tiveram um ganho de peso significativamente maior ( $P < 0,01$ ). Todos os animais sobreviveram até o final do experimento, assim como nos estudos conduzidos por Boyle et al. (2008) e Dias et al. (2010) ao avaliarem o efeito de prebiótico sobre a incidência de FCA. O consumo de ração e de água foi significativamente menor ( $P < 0,01$ ) nos grupos tratados com doce e iniciados (G3, G4 e G5) do que nos outros grupos G1, G2 e G6, conforme representado na Tabela 5. Tal fato sugere que o consumo do doce, independente das concentrações, aliado aos efeitos tóxicos da DMH, provocam um aumento da saciedade.

Tabela 4 Peso inicial, peso final e ganho de peso dos animais experimentais

<b>Grupo/Tratamento</b>	<b>Peso inicial (g)</b>	<b>Peso final (g)</b>	<b>Ganho de peso (g)</b>
(G1) RC + DMH	118,7 ± 13,3a	242,7 ± 15,0b	124,0 ± 9,7c
(G2) RC + EDTA	118,9 ± 11,1a	266,7 ± 20,3a	147,8 ± 18,0a
(G3) 0,5g goiabada + DMH	121,6 ± 12,4a	243,1 ± 18,5ab	121,5 ± 10,5c
(G4) 1,0g goiabada + DMH	119,4 ± 12,4a	242,8 ± 11,4b	123,5 ± 11,9c
(G5) 1,5g goiabada + DMH	119,2 ± 15,2a	245,2 ± 16,8ab	126,0 ± 9,5bc
(G6) 1,5g goiabada + EDTA	120,7 ± 11,0a	264,4 ± 23,6ab	143,7 ± 21,3ab

RC, ração comercial; DMH, 1,2-dimethylhidrazine ( $4 \times 40 \text{ mg.kg}^{-1}$ , s.c.); EDTA, veículo da DMH.

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, são diferentes entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Valores são médias ± DP.

Tabela 5 Consumo de ração, água e goiabada dos animais experimentais

Grupo/Tratamento	Consumos					% de goiabada na dieta
	Água (g/rato/dia)	Ração (g/rato/dia)	Ração (kcal/rato/dia)*	Goiabada (g/rato/dia)	Goiabada (kcal/rato/dia)**	
(G1) RC + DMH	38,8 ± 14,1a	15,0 ± 4,0a	55,81	-	-	-
(G2) RC + EDTA	39,1 ± 8,4a	15,8 ± 3,4a	58,79	-	-	-
(G3) 0,5g goiabada + DMH	32,7 ± 7,9c	12,9 ± 4,0b	48,00	0,52 ± 0,11	0,58	1,58
(G4) 1,0g goiabada + DMH	35,2 ± 11,1bc	12,9 ± 4,4b	48,00	1,03 ± 0,21	1,15	2,34
(G5) 1,5g goiabada + DMH	33,9 ± 6,0c	12,9 ± 3,9b	48,0	1,28 ± 0,29	1,43	2,89
(G6) 1,5g goiabada + EDTA	37,8 ± 6,9ab	14,9 ± 4,0a	55,44	1,35 ± 0,34	1,50	2,63

RC, ração comercial; DMH, 1,2-dimethylhidrazine ( $4 \times 40 \text{ mg kg}^{-1}$ , s.c.); EDTA, veículo da DMH. Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, são diferentes entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Valores são médias ± DP.

\* Valor Calórico da RC =  $372,09 \pm 2,01 \text{ kcal.}100\text{g}^{-1}$

\*\* Valor Calórico da goiabada =  $111,34 \pm 3,85 \text{ kcal.}100\text{g}^{-1}$

Todos os animais iniciados com DMH desenvolveram FCA clássico e FCA mucina-negativo nos cólons (Tabela 6). Apesar de relatos de alguns componentes do doce, como o carotenoide licopeno, que é naturalmente presente na goiaba, e os frutanos, como os FOS, terem demonstrado efeitos protetores sobre a carcinogênese de cólon (BUDDINGTON; DONAHO; BUDDINGTON, 2002; DIAS et al., 2010; ERHARDT; MEISNER; BODE, 2003; POULSEN; MOLCK; JACOBSEN, 2002; VERGHESE; RAO; CHAWAN, 2002), o doce não desempenhou efeito inibitório significativo ( $p > 0,05$ ) sobre o número de FCA no cólon e na multiplicidade das criptas. No entanto, pode-se observar uma baixa multiplicidade das criptas em todos os grupos experimentais iniciados. Sabe-se que com o aumento do tempo, os focos evoluem para um maior número de criptas aberrantes. Após um certo tempo um cólon pode conter um grande número de FCA exibindo um espectro de características de crescimento, conforme determinado pelo número de criptas em cada foco (multiplicidade cripta) (BIRD; BOAS, 2000; BOLOGNINI et al., 2001). Estudos sugerem que a relação preditiva da formação ACF para a formação de câncer dependem dos procedimentos experimentais, em particular, da dose e da frequência de administração da droga cancerígena, assim como a duração da exposição pós-cancerígena (RAO et al., 1998). Portanto, o tempo experimental adotado de 1 semana após término dos procedimentos de indução de mutagênese no presente estudo permitiu avaliar o efeito do doce apenas na fase de iniciação das lesões pré neoplásicas.



Tabela 6 Efeitos da goiabada cascão sem adição de açúcar com prebiótico sobre o desenvolvimento de *focus* de criptas aberrantes (FCA) e FCA mucina-negativos em cólon de ratos induzidos pela DMH

Grupo/Tratamentos	N	Número de criptas aberrantes por FCA				Número total		CA/FCA	FCA Mucina-negativo	
		1 cripta	2 cripta	3 cripta	> 3 cripta	CA	FCA		1 cripta (% depleção)	>1 cripta (% depleção)
(G1) RC + DMH	10	27,1 ± 16,8a	10,6 ± 7,0a	3,1 ± 2,4a	0,9 ± 1,2a	61,4 ± 35,7a	41,7 ± 24,6a	1,5 ± 0,2a	1,0 ± 2,0a	0,4 ± 0,9a
(G2) RC + EDTA	10	0,0 ± 0,00b	0,0 ± 0,0b	0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,1b
(G3) 0,5 g goiabada + DMH	10	28,0 ± 30,6a	11,4 ± 16,2a	3,1 ± 4,3a	0,6 ± 1,1a	61,9 ± 75,8a	47,6 ± 50,5a	1,2 ± 0,2a	1,3 ± 4,1 <sup>a</sup>	0,5 ± 1,6a
(G4) 1,0 g goiaba + DMH	10	31,3 ± 38,2a	8,8 ± 11,7a	2,2 ± 2,6a	0,1 ± 0,3a	55,3 ± 64,2a	46,9 ± 49,6a	1,2 ± 0,3a	3,9 ± 6,4 <sup>a</sup>	1,0 ± 2,2a
(G5) 1,5 g goiabada + DMH	10	15,5 ± 11,1a	5,3 ± 4,5a	2,7 ± 3,7a	0,1 ± 0,3a	33,7 ± 29,9a	25,9 ± 18,5a	1,2 ± 0,2a	1,8 ± 1,6 <sup>a</sup>	1,3 ± 2,2a
(G6) 1,5 g goiabada + EDTA	10	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b

N, número de animais; CA, cripta aberrante; FCA, foco de cripta aberrante;

RC, dieta basal; GOIABADA, goiabada cascão sem adição de açúcar e com 12,83g.100g<sup>-1</sup> de frutanos; DMH, 1,2-dimethylhidrazine (4 × 40 mg kg<sup>-1</sup>, s.c.); EDTA, veículo da DMH.

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, são diferentes entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

Valores são médias ± DP.

Sabe-se que a droga utilizada para induzir lesões pré-neoplásicas no cólon, DMH, também pode ser metabolizada em um radical livre de metila e gerar peróxido de hidrogênio ou radical hidroxila que induzem danos oxidativos em alvos vulneráveis, tais como a membrana de ácidos graxos insaturados, proteínas tiol e as bases do DNA, resultando em patologias, tais como inflamação, neoplasias e envelhecimento (YAMAMOTO; KAWANISHI, 1991). Estes efeitos podem ser reduzidos pelos sistemas de defesa do organismo e à presença de antioxidantes (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007; HIGDON; FREI, 2006). Além disso, DMH é metabolizado no fígado por enzimas CYP2E1 e seus metabólitos entram no intestino principalmente através do sistema sanguíneo ou em pequena proporção na bile, e em geral, metabólitos DMH, antes de entrarem na bile, são conjugados no fígado com ácido glicurônico (CELIK; LEWIS; MITTLEMAN, 1983). Os conjugados que entram no intestino podem ser convertidos em compostos livres por enzimas hidrolíticas de bactérias. Os compostos formados nesta sequência podem ser ativados para os carcinógenos eletrofilicos finais pela ação de enzimas do tecido do cólon ou, possivelmente, pela ação de bactérias intestinais, ativando os sistemas do tecido do cólon (CELIK; LEWIS; MITTLEMAN, 1983; GOLDIN; GORBACH, 1981). No entanto, no presente estudo, apesar da DMH ter aumentado a oxidação proteica no fígado, não houve efeito observável de peroxidação lipídica relacionados com a sua administração no plasma e no cólon, impedindo a análise de efeitos protetores nesses locais, uma vez que as lesões causadas pela DMH foram iguais às geradas espontaneamente (Tabela 7).

Embora haja diversos componentes funcionais presentes na goiabada, cujos efeitos protetores relacionados ao estresse oxidativo e ao câncer já foram comprovados em diversos estudos quando estudados isoladamente (DIAS et al., 2010; MUSA et al., 2010), no presente estudo, ao comparar-se o controle positivo (G1) com os grupos que receberam o alimento testado em diferentes

doses (G3, G4, G5 e G6), observou-se que, possivelmente, tais componentes (FOS, polidextrose, carotenóides) potencializaram a peroxidação lipídica no fígado (Tabela 7), quando em sinergia. Tal ocorrência corrobora com Hodek et al. (2009) ao afirmarem que os compostos, os quais são eficazes agentes quimiopreventivos do câncer em um cenário experimental, podem estar inativos ou até aumentar a carcinogênese, porque esses suplementos alimentares podem exercer atividades negativas ao interagirem com outras substâncias químicas do ambiente, dieta ou drogas.

Possivelmente, a manifestação do estresse oxidativo pela quantificação de malonaldeído, que é um metabólito derivado da peroxidação lipídica (LOIDL-STAHLMHOFEN; SPITELLER, 1994), foi apenas significativa no fígado, porque é um órgão que produz grandes quantidades de radicais livres de oxigênio durante a desintoxicação de xenobióticos e substâncias tóxicas, e os radicais livres atacam a proteína liberando o produto carbonílico, que também é considerado um biomacador na oxidação de proteínas. Além disso, pode causar progressão da peroxidação lipídica e muitos produtos tóxicos secundários de oxidação são formados, entre eles, o malonaldeído (EYMARD; BARON; JACOBSEN, 2009; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

O consumo de doce pelos animais na menor dose testada reduziu a oxidação proteica potencializada pela DMH no fígado. Mas, com o aumento das concentrações ( $\geq 1,0\text{g/rato/dia}$ ) houve uma diminuição desse efeito protetor. Isso reforça a constatação de outros estudos de que apesar dos indícios de efeitos positivos de vários agentes quimiopreventivos como o licopeno e algumas vitaminas presentes na goiaba (DIAS et al., 2010; SCOLASTICI et al., 2008), o consumo exacerbado, pois os ratos receberam os doces diariamente, e o sinergismo com outros componentes da dieta podem ter efeitos adversos ainda pouco estudados.

Tabela 7 Efeito da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico sobre a oxidação proteica e peroxidação lipídica em fígado, plasma e cólon de ratos ao final de 4 semanas experimentais

Grupo/Tratamento	Oxidação proteica (nmol proteína mg <sup>-1</sup> )	Peroxidação lipídica (nmol MDA protein mg <sup>-1</sup> )		
	Fígado	Fígado	Plasma	Cólon
(G1) RC + DMH	8,05 ± 0,39b	145,90 ± 31,43b	31,00 ± 8,03a	26,48 ± 13,21ab
(G2) RC + EDTA	5,91 ± 0,02d	262,10 ± 58,03b	24,20 ± 11,65a	27,28 ± 10,40ab
(G3) 0,5 g goiabada + DMH	5,73 ± 0,16d	469,90 ± 80,0a	21,00 ± 4,54a	21,70 ± 3,42ab
(G4) 1,0 g goiaba + DMH	7,42 ± 0,25c	497,70 ± 79,13a	23,50 ± 4,84a	33,02 ± 16,15a
(G5) 1,5 g goiabada + DMH	10,95 ± 0,20 <sup>a</sup>	504,50 ± 73,70a	26,50 ± 14,17a	10,78 ± 1,70b
(G6) 1,5 g goiabada + EDTA	7,00 ± 0,21c	444,30 ± 133,17a	26,80 ± 7,79a	11,17 ± 3,60b

RC, dieta basal; GOIABADA, goiabada cascão sem adição de açúcar e com 12,83g.100g<sup>-1</sup> de frutanos; DMH, 1,2-dimethylhidrazine (4 × 40 mg kg<sup>-1</sup>, s.c.); EDTA, veículo da DMH.

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, são diferentes entre si pelo teste Tukey (p < 0.05).

Valores são médias ± DP.

#### 4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que é viável produzir uma goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico (com  $16,87\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de FOS,  $0,0225\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de sucralose e  $0,1185\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de taumatina) com rendimento igual a  $88\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de polpa de goiaba, boa aceitação sensorial (7,14) e que enquadre nas categorias de “*diet*” e/ou “*sugar-free*”, “*light*” e/ou “*low-calorie*” ( $111,34\text{ kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e de alimentos com alegação de propriedades funcionais por conter alto teor de fibra, especialmente o FOS, o qual tem comprovadas propriedades prebióticas.

Os resultados indicaram que o consumo da goiabada cascão sem adição de açúcar e com prebiótico otimizada não teve efeito sobre o desenvolvimento de FCA mucina-negativo e FCA clássico quando avaliados uma semana após o término dos procedimentos de indução de mutagênese em ratos. Mas, em doses acima de  $1,0\text{g}/\text{rato}/\text{dia}$ , potencializou a oxidação proteica, quando comparado com o que é gerado espontaneamente. O consumo diário desse novo produto também provocou o aumento da peroxidação lipídica. Tais resultados podem estar relacionados ao cenário experimental, no qual os animais receberam doses diárias do produto durante todo o período experimental.

Portanto, sugere-se que outros estudos sejam realizados a fim de investigar os efeitos desse novo produto sobre a carcinogênese de cólon, assim como sobre outras patologias.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, O. et al. Ingredient levels optimization and nutritional evaluation of a low-calorie blackberry (*Rubus irasuensis* Liebm.) jelly. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, p. 390-394, 2006.

ACOSTA, O.; VÍQUEZ, F.; CUEBERO, E. Optimisation of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 19, p. 79–85, 2008.

AMERICAN CANCER SOCIETY. **Cancer facts and figures**. 2008. Disponível em: <<http://www.cancer.org>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists International**. 17th ed. Gaithersburg: Horwitz, 2000. 2200 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists International: método: 45.4.06B**. 18th ed. Gaithersburg: Horwitz, 2005. p. 92.

BENEO ORAFIT. **Hoja de especificaciones Orafit®P95. DOC. CHA3-04\*11/07**. 2007. Disponível em: <<http://www.orafti.com/>>. Acesso em: 22 dez. 2010.

BOYLE, F. G. et al. Safety evaluation of oligofructose: 13 Week rat study and in vitro mutagenicity. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, p. 3132–3139, 2008.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **Incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. 2008. Disponível em: < [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm) >. Acesso em: 23 jan. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. RDC 359, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.11-E, 16 jan.1998a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.11-E, 16 jan.1998b.

BIRD, R. P.; GOOD, C. K. The significance of aberrant crypt foci in understanding the pathogenesis of colon cancer. **Toxicology letters**, Amsterdam, v. 113, p. 395–402, 2000.

BROWN, R. K.; KELLY, F. J. Peroxides and other products. In: PUNCHARD, N. A., KELLY, F. J. (Ed.). **Free radicals**: a practical approach. New York: IRL, 1996. p. 119-131.

BUDDINGTON, K. K.; DONAHOO, J. B.; BUDDINGTON, R. K. Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 132, p. 472–477, 2002.

CELIK, C.; LEWIS, D. A.; MITTLEMAN, A. Induction of colon mucosal b-glucuronidase production as a mechanism for 1,2-dimethylhydrazine colon carcinogenesis. **Journal of surgical oncology**, New York, v. 24, p. 209–211, 1983.

CORNELL, J. A.; KHURI, A. I. **Response surfaces: designs and analyses**. New York: M. Dekker, 1987.

CROWE, F. L. et al. Fruit and vegetable intake and mortality from ischaemic heart disease: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Heart study. **European Heart Journal**, London, v. 32, n. 10, p.1182-183, 2011.

DIAS, M. C. et al. Lack of chemopreventive effects of ginger on colon carcinogenesis induced by 1,2-dimethylhydrazine in rats. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 44, p. 877–884, 2006.

DIAS, M. C. et al. Effects of lycopene, synbiotic and their association on early biomarkers of rat colon carcinogenesis. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 48, p. 772-780, 2010.

ERHARDT, J. G.; MEISNER, C.; BODE, J. C. Lycopene, b-carotene, and colorectal adenomas. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 78, p. 1219–1224, 2003.

EYMARD, S.; BARON, C. P.; JACOBSEN, C. Oxidation of lipid and protein in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) mince and washed minces during processing and storage. **Food Chemistry**, Barking, v. 114, p. 57–65, 2009.

FARZANMEHR, H.; ABBASI, S. Effects of inulin and bulking agents on some physiochemical, textural and sensory properties of milk chocolate. **Journal of Texture Studies**, Hoboken, v. 40, p. 536–553, 2009.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Guidance for Industry: a food labeling guide**. College Park: Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2008.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of human colonic microbiota: introducing the concept of the prebiotics. **Journal Nutrition**, Philadelphia, v. 125, p. 1401-12, 1995.



GOLDIN, B. R.; GORBACH, S. L. Effect of antibiotics on incidence of rat intestinal tumors induced by 1,2-dimethylhydrazine dihydrochloride. *Journal of the National Cancer Institute, Oxford*, v. 67, p. 877–880, 1981.

GOVERNMENT PRINTING OFFICE. **Code of federal regulations**. Washington: US Government Printing Office, 2007. Disponível em: <<http://www.gpoaccess.gov/cfr/>>. Acesso em: 7 jan. 2011.

HAGEN, S. R.; FROST, B.; AUGUSTIN, J. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid chromatography of aminoacids in food. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington, v. 72, n.6, n. 912-916, Nov./Dec. 1989.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. 4. ed. Oxford: Clarendon, 2007.

HIGDON, J. V.; FREI, B. Coffee and health: a review of recent human research. **Critical reviews in food science and nutrition, Boca Raton**, v. 46, p. 101-23, 2006.

HODEK, P. et al. Chemopreventive compounds: view from the other side. **Chemico-Biological Interactions**. Ireland, v.180, p. 1–9, 2009.

HOERL, A. E.; KENNARD, R. W.; BALDWIN, K. F. Ridge Regression: some simulations. **Communications in Statistics: Theory and Methods**, Hamilton, v. 4, n. 2, p. 105-123, 1975.

INSTITUTE OF MEDICINE. **High-energy, nutrient-dense emergency relief food product**. Washington: Natl. Academy, 2002. 117 p.

ITAGAKI, S. et al. In vitro and in vivo antioxidant properties of ferulic acid: A comparative study with other natural oxidation inhibitors. **Food Chemistry**, Barking, v. 114, p. 466–471, 2009.

JACKSON, P. E. et al. Associations between tissue-specific DNA alkylation, DNA repair and cell proliferation in the colon and colon tumour yield in mice treated with 1,2-dimethylhydrazine. **Carcinogenesis**, Oxford, v. 24, p. 527–533, 2003.

JEMAL, A. et al. Cancer statistics. **CA Cancer Journal Clinical**, New York, v. 57, p. 43–66, 2007.

JIE, Z. et al. Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, p. 1503-9, 2000.

KASHYAP, D. R. et al. Application of pectinase in the commercial sector: A review. **Bioresource Technology**, New York, v. 77, p. 215–227, 2001.

LIMÓN-PACHECO, J.; GONSEBATT, M. A. The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 674, p. 137–147, 2009.

LOIDL-STAHLHOFEN, A.; SPITELLER, G. alpha-Hydroxyaldehydes, products of lipid peroxidation. **Biochimica et biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1211, p. 156–160, 1994.

MUNJAL, U. et al. Fermentation products of inulin-type fructans reduce proliferation and induce apoptosis in human colon tumour cells of different stages of carcinogenesis. **British Journal of Nutrition**, London, v. 102, p. 663–671, 2009.

MYERS, R. H.; MONTGOMERY, D. C. **Response Surface methodology: process and product optimization using designed experiments**. 2nd ed. New York: J. Wiley, 2002. 798 p.

MUSA, K. H. et al. Antioxidant Activity of Pink-Flesh Guava (*Psidium guajava* L.): effect of extraction techniques and solvents. **Food Analytical Methods**, 2010.

NILSSON, J.; STEGMARK, R.; AKESSON, B. Total antioxidant capacity in different pea (*Pisum sativum*) varieties after blanching and freezing. **Food Chemistry**, Barking, v. 86, p 501–507, 2007.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. 2. ed. São Paulo: Coronário, 2002. p. 45.

POULSEN, M.; MOLCK, A. M.; JACOBSEN, B. L. Different effects of short- and long-chained fructans on large intestinal physiology and carcinogen-induced aberrant crypt foci in rats. **Nutrition and Cancer**, Hillsdale, v. 42, p. 194–205, 2002.

RAMASWAMI, U.; SMITH, I. Phenylketonuria. **Current paediatrics**, Edinburgh, v. 7, p. 251-255, 1997.

RAO, C. V. et al. Prevention of colonic aberrant crypt foci and modulation of large bowel microbial activity by dietary coffee fiber, inulin and pectin. **Carcinogenesis**, Oxford, v. 19, n. 10, p. 1815-1819, 1998.

RASTALL, R. A. Functional oligosaccharides: application and manufacture. **Food Science Technology**, Oxford, v. 1, p. 305–39, 2010.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

SCHARLAU, D. et al. Mechanisms of primary cancer prevention by butyrate and other products formed during gut flora-mediated fermentation of dietary fibre. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 682, p. 39–53, 2009.

SCOLASTICI, C. et al. Antigenotoxicity and antimutagenicity of lycopene in HepG2 cell line evaluated by the comet assay and micronucleus test. **Toxicology in vitro**, New York, v. 22, p. 510–514, 2008.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Department of Health and Human Services. **Dietary guidelines for americans, 2010**. 7<sup>th</sup> ed. Washington: U.S. Government Printing Office, 2010.

VERGHESE. M.; RAO, D. R.; CHAWAN, C. B. Dietary inulin suppresses azoxymethane-induced aberrant crypt foci and colon tumors at the promotion stage in young Fisher 344 rats. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 132, p. 2809–2813, 2002.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, p. 299-308, 1995.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY; J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. **The Journal of Automatic Chemistry**, Bethesda, v.8, n.4, p. 170-177, Oct./Dec. 1986.

YAMAMOTO, K.; KAWANISHI, S. Site-specific DNA Damage Induced by Hydrazine in the Presence of Manganese and Copper Ions. **Journal of biological chemistry, Baltimore**, v. 266, p. 1509-1515, 1991.

ZHANG, C. X. et al. Effect of dietary fiber intake on breast cancer risk according to estrogen and progesterone receptor status. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 65, n. 5, 2011.

ZHANG, Z. et al. Determination of lactulose in foods: a review of recent research. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 45, p. 1081–1087, 2010.

“Agradeço à Professora Doutora Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA, ao Professor Doutor João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA, à Professora Doutora Luciana Azevedo – UNIFAL, à Professora Doutora Ana Carla Marques Pinheiro – DCA/UFLA e ao Professor Doutor Renato Ribeiro de Lima – DEX/UFLA, por participarem do comitê de orientação do quarto artigo do presente trabalho.”