

**OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA
PRESENÇA DO SORBATO DE POTÁSSIO E
DAS EMBALAGENS SOBRE O DOCE DE
GOIABA DURANTE O ARMAZENAMENTO**

CAMILA CARVALHO MENEZES

2008

CAMILA CARVALHO MENEZES

**OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DO SORBATO DE
POTÁSSIO E DAS EMBALAGENS SOBRE O DOCE DE GOIABA
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em ciências dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Prof^a. Soraia Vilela Borges

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

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

Menezes, Camila Carvalho.

Otimização e avaliação da presença de sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento / Camila Carvalho Menezes. – Lavras : UFLA, 2008.

145 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Soraia Vilela Borges.

Bibliografia.

1. Doce de goiaba. 2. Sorbato de potássio. 3. Embalagens. 4. Armazenamento. 5. Otimização. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.153

CAMILA CARVALHO MENEZES

**OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DO SORBATO DE
POTÁSSIO E DAS EMBALAGENS SOBRE O DOCE DE GOIABA
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em ciências dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 16 de abril de 2008

Prof ^ª . Fabiana Queiroz Ferrua	UFLA
Prof. José Guilherme Lembi Ferreira Alves	UFLA
Prf. Luiz Carlos de Oliveira Lima	UFLA

Prof^ª. Soraia Vilela Borges
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus avós, Guiomar e Vitor
Azarias, pelo exemplo, apoio e
carinho incondicional.

OFEREÇO

À minha mãe, ao Giovanni e ao meu irmão por
estarem sempre ao meu lado e por serem as pessoas
mais importantes da minha vida.

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 Processo no. EDT-2414/05.

À FRUTILAVRAS, pela colaboração e participação neste projeto.

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

Aos professores João de Deus, Fabiana, Ana Carla e Marcelo pela amizade, co-orientação e ajuda nos momentos mais difíceis.

Aos funcionários do DCA, pela amizade e convívio, especialmente a Sandra, Tina, Tânia, Cidinha, Rafaela e Talita pela disponibilidade em auxiliar e ensinar.

Aos colegas da Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais, em especial, ao Fabiano, Gerson e as minhas companheiras, Letícia, Carol, Karina, Cristiane e Marcela, meus sinceros agradecimentos, pois foram essenciais.

À Joelma, por ter sido, acima de tudo, amiga.

Aos meus amigos do Laboratório de Grãos e Cereais, Anderson, Janyelle, Lara, Kelen, Fausto, Juliano, Elizandra e Gustavo, pelo ombro amigo, pelas trocas de experiências e pelos momentos agradáveis que serão inesquecíveis.

Aos meus familiares e amigos, por sempre estarem torcendo por mim.

Às colegas de república, pelo carinho e companhia.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram e torceram pela concretização deste trabalho, muito obrigada.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1: Otimização e avaliação da interferência do sorbato de potássio e das embalagens sobre de doce de goiaba (<i>Psidium guava</i> , L.) durante o armazenamento.....	1
INTRODUÇÃO GERAL.....	2
REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Goiaba.....	4
2.2 Doce de goiaba.....	7
2.3 Componentes e aditivos.....	9
2.3.1 Açúcar.....	9
2.3.2 Acidez e pH.....	10
2.3.3 Pectina.....	11
2.3.4 Sorbato de potássio.....	13
2.4 Embalagens.....	14
2.5 Determinação da vida de prateleira.....	17
3 Referências bibliográficas.....	20
CAPÍTULO 2: Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (<i>Psidium guajava</i> , L) da variedade Pedro Sato.....	25
1 Resumo.....	26
2 Abstract.....	27
3 Introdução.....	28
4 Material e métodos.....	30

4.1 Delineamento experimental e análise dos resultados.....	30
4.2 Processamento dos doces.....	31
4.3 Análises físico-químicas.....	33
4.4 Análise de Perfil de Textura (TPA).....	34
4.5 Análise de cor.....	34
4.6 Cálculo do rendimento.....	35
5 Resultados e discussões.....	36
6 Conclusões.....	50
7 Referências bibliográficas.....	51
CAPÍTULO 3: Otimização de doce de goiaba (<i>Psidium guava</i> , L.) utilizando teste de aceitação, metodologia de superfície de resposta e mapa de preferência.....	
1 Resumo.....	56
2 Abstract.....	57
3 Introdução.....	58
4 Material e métodos.....	60
4.1 Delineamento experimental.....	60
4.2 Processamento dos doces.....	60
4.3 Teste de aceitação.....	63
4.4 Análise estatística dos resultados.....	66
4.4.1 Metodologia de Superfície de Resposta.....	66
4.4.2 Análise de Componentes Principais e Mapa de Preferência.....	66
5 Resultados e discussões.....	69
5.1 Caracterização dos consumidores.....	69
5.2 Otimização por Metodologia de Superfície de Resposta.....	70
5.3 Análise de Componentes Principais e Mapa de Preferência.....	73
6 Conclusão.....	78
7 Referências bibliográficas.....	79

CAPÍTULO 4: Influência da embalagem e do sorbato de potássio sobre as alterações físicas, físico-químicas e microbiológicas de doce de goiaba (<i>Psidium guajava</i> , L) em massa.....	83
1 Resumo.....	84
2 Abstract.....	85
3 Introdução.....	86
4 Material e métodos.....	89
4.1 Delineamento experimental.....	89
4.2 Processamento dos doces.....	89
4.3 Análises físico-químicas.....	92
4.4 Análise de Perfil de Textura (TPA).....	92
4.5 Análise de cor.....	93
4.6 Análises microbiológicas.....	93
4.7 Análise estatística.....	94
5 Resultados e discussões.....	95
6 Conclusões.....	104
7 Referências bibliográficas.....	105
CAPÍTULO 5: alterações sensoriais durante o armazenamento de doce em massa de goiaba (<i>psidium guava</i> , l.): influência da embalagem e do sorbato de potássio.....	111
1 Resumo.....	112
2 Abstract.....	113
3 Introdução.....	114
4 Material e Métodos.....	116
4.1 Delineamento experimental.....	116
4.2 Processamento dos doces.....	116
4.3 Análises microbiológicas.....	119
4.4 Teste de aceitação.....	119

4.5 Análises microestruturais.....	120
4.6 Análises físico-químicas.....	121
4.7 Análise de Perfil de Textura (TPA).....	121
4.8 Análise estatística.....	122
5 Resultados e discussões.....	125
6 Conclusões.....	142
8 Referências bibliográficas.....	143

RESUMO GERAL

MENEZES, Camila Carvalho. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento.** 2008. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

O doce de goiaba em massa é um produto muito apreciado na região de Minas Gerais, porém, estudos apontam que a maior parte de sua produção é feita sem nenhuma padronização e controle de qualidade e, em muitos casos, pode-se dizer que os doces são produzidos de maneira até mesmo rudimentar. Diante de uma região com grande potencial para o desenvolvimento da fruticultura e a goiaba (*Psidium guajava*, L.) sendo um fruto climatérico que apresenta alta perecibilidade, uma das formas de agregar valor ao fruto é investir no desenvolvimento tecnológico da produção e conservação durante o armazenamento do doce obtido pelo processamento da goiaba. Este trabalho foi realizado com o objetivo de estabelecer padrões de qualidade para o doce de goiaba. Na etapa de otimização da formulação, avaliou-se o efeito da concentração de sorbato de potássio, concentração de ácido cítrico e relação polpa/açúcar sobre as características físicas, físico-químicas e sensoriais do doce de goiaba. No estudo de vida de prateleira da formulação otimizada, analisaram-se a interferência da adição de sorbato de potássio e das embalagens de polipropileno, metálicas e de filmes de celofane sobre a qualidade do doce em massa de goiaba, durante o armazenamento, por meio da avaliação física, físico-química, microestrutural, microbiológica e sensorial. Os resultados indicaram que a concentração de sorbato de potássio entre 0,05 e 0,1 % teve pouca influência sobre as respostas físicas, físico-químicas e sensoriais analisadas, sendo a relação polpa/açúcar e a concentração de ácido cítrico as variáveis mais relevantes no processo de otimização. Durante o estudo de vida de prateleira, tanto os doces com sorbato de potássio, como os sem sorbato permaneceram estáveis microbiologicamente. Durante o armazenamento, o teste de aceitação e a análise microestrutural mostraram que presença do sorbato de potássio potencializou o processo de cristalização dos doces, interferindo negativamente na preferência dos consumidores. Após o 3º mês, houve influência das embalagens sobre a estabilidade dos doces, ocorrendo maior cristalização de açúcar e menores porcentagens de preferência atribuídas aos doces revestidos em filme de celofane, os quais apresentam maior permeabilidade ao vapor de

* Comitê orientador: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Orientadora), Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-orientadora) e Prof. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-orientador).

água e ao oxigênio. Assim, para o armazenamento do doce de goiaba em massa de goiaba, quanto menor a permeabilidade do material de embalagem, maior a estabilidade do produto, sendo as embalagens metálicas as que garantem maior estabilidade. A adição de sorbato de potássio não é viável para potencializar a conservação do doce de goiaba em massa durante 5 meses de armazenamento por provocar alterações físicas indesejáveis nesse tipo de produto (cristalização).

GENERAL ABSTRACT

MENEZES, Camila Carvalho. **Optimization and evaluation of the presence of potassium sorbate and packages on guava preserve during storage.** 2008. 145p. Dissertation (Master in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil*.

Guava preserve is a much enjoyed product in the region of Minas Gerais, but studies have pointed out that much of its production is done without any kind of quality control and, in a great deal of cases, it can be said that the preserves are produced in an even rudimentary manner. In the face of a region of great potential for the development of fruit culture and the guava (*Psidium guajava*, L) being a climacteric fruit which presents a high perishability, one of the manners of adding value to the fruit is to invest on the technological development of both production and conservation during storage of the preserve obtained by guava processing. This work was conducted with the purpose of establishing quality standards for guava preserve. In the optimization step of the formulation, the effect of the concentration of potassium sorbate, concentration of citric acid and pulp/sugar ratio on the physical, physicochemical and sensorial characteristics of guava preserve was evaluated. In the shelf life study of the optimized formulation, the interference of the addition of potassium sorbate and of the polypropylene, metal and cellophane film packages on the quality of guava preserve during storage through the physical, physicochemical, microstructural, microbiologic and sensorial evaluation was investigated. The results showed that the concentration of potassium sorbate between 0.05 and 0.1 % had little influence on the physical, physicochemical and sensorial responses studied, the pulp/sugar ratio and concentration of citric acid being the most relevant variables in optimization process. During the shelf-life study, both the preserves with potassium sorbate and the ones without sorbate remained microbiologically stable. During storage, the acceptance test and microstructural analysis showed that presence of potassium sorbate potentiated the crystallization process of the preserves, interfering negatively on the consumers' preference. After the third month, there was an influence of the packages, increased crystallization and decreased percentages of preference ascribed to the cellophane film-wrapped preserves, which showed a greater permeability to water vapor and oxygen. So, to the guava preserve storage, the poorer permeability of the wrapping material the higher the product stability, the metal

*Guidance Committee: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Adviser), Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-adviser) e Prof. Dr. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-adviser).

packages being those warrant longer stability. Addition of potassium sorbate is not viable to potentiate the guava preserve conservation during five-month storage for provoking undesirable physical changes in the type of product (crystallization).

CAPÍTULO 1

OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DO SORBATO DE POTÁSSIO E DAS EMBALAGENS SOBRE O DOCE DE GOIABA DURANTE O ARMAZENAMENTO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um país tropical que tem um grande potencial para investir e proporcionar o crescimento da fruticultura em sua produção agrícola. O maior obstáculo para a comercialização da maioria das frutas é o padrão climatérico de respiração que muitas delas apresentam. Isso faz com elas entrem em senescência rapidamente dificultando a distribuição *in natura* em mercados distantes.

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de goiaba (*Psidium guajava*, L), sendo que a mais cultivada neste país é a cultivar Pedro Sato, é a preferida no mercado nacional (Azzoline et al., 2005). Devido à sua alta perecibilidade e à sua grande aceitação quando utilizada para produção de polpas, sucos, doces e geléias, a maior parte da produção é destinada à indústria.

O estado de Minas Gerais é conhecido por suas tradições culinárias e seus doces de frutas ocupam destaque por serem muito apreciados. O estudo realizado por Ferraz et al. (2002), porém, mostraram que, apesar da uma forte presença das agroindústrias no estado de Minas Gerais, essas são, em sua maior parte, de pequeno porte e a produção é, na maioria das vezes, sem nenhuma padronização e controle de qualidade, dificultando a introdução desses produtos em novos mercados, principalmente, em mercados externos. Além disso, a pesquisa mostra que a maior parte das goiabas destinadas à indústria são para a produção de doce de goiaba em massa, indicando uma preferência dos consumidores por este tipo de produto.

A literatura é extremamente rica quando se trata de estudos sobre a qualidade de geléias de frutas. Talvez seja porque esse produto é elaborado a partir do extrato (suco) das frutas e por muito tempo essa porção da fruta ocupou lugar de status no mercado. A atual preocupação com o destino de resíduos

agroindustriais, juntamente com a preferência dos consumidores pelo doce de goiaba em massa acarreta o investimento em estudos que, também, proporcionem padrões de qualidade para esse tipo de produto.

Assim, o objetivo deste trabalho foi otimizar a formulação do doce de goiaba e avaliar a influência do sorbato de potássio e utilização de diferentes embalagens sobre a qualidade da formulação otimizada durante o armazenamento.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar o efeito da concentração de sorbato de potássio, concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar sobre as características físicas e físico-químicas do doce de goiaba.
- Otimizar a formulação de doce de goiaba através das respostas sensoriais dos consumidores obtidas pelo teste de aceitação utilizando RSM, ACP e Mapa de Preferência.
- Avaliar a interferência da adição de sorbato de potássio e das embalagens de polipropileno, metálicas e de filmes de celofane sobre as características físicas e físico-químicas e a qualidade sensorial do doce em massa de goiaba (*Psidium guajava*, L.) durante o armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Goiaba

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 (Rathore, 1996).

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).

As cultivares de goiabeira, destinadas à produção de frutos para consumo *in natura*, devem ter frutos com polpa de coloração preferencialmente branca, de tamanho médio ou grande, ovais, com poucas sementes, firmes e doces, (Gonzaga Neto et al., 1990). As cultivares para fins industriais devem produzir frutos de tamanho médio, redondos, com polpa vermelha, espessa e não muito aquosa, com pouca semente, teor de sólidos solúveis entre 8,0 a 12,0 °Brix, valores de pH entre 3,8 a 4,3 e acidez titulável entre 0,35% e 0,63% de ácido cítrico.

A Pedro Sato é uma cultivar do grupo vermelho e apresenta frutos grandes, entre 155 e 282 gramas, em média, com casca bem rugosa, formato oblongo, polpa rosada, espessa e firme, tendo a cavidade central cheia e com poucas sementes (Pereira, 1995).

A goiaba apresenta um padrão climático de respiração. 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 enviar seus frutos a centros consumidores mais

distantes, em face das perdas que ocorrem durante o percurso (Lopes, 1980). A goiaba colhida em estágio de maturação verde e armazenada em temperatura ambiente tem no máximo seis dias de vida de prateleira e, quando colhida em estágio mais avançado de amadurecimento, a vida de prateleira é reduzida para dois dias. 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).

De acordo com Jackix (1988), a goiaba é classificada como um fruto rico em pectina e de acidez média (Tabela 1). Tais características têm grande importância prática para a obtenção de doce de frutas uma vez a pectina é o principal componente para a formação do gel e a presença de ácido é atribuída à menor dissociação das carbonilas livres nas moléculas de pectina, o que diminui a repulsão intermolecular e favorece a formação de ligações cruzadas, essenciais para a geleificação (Alikonis, 1979; Glicksman, 1969).

TABELA 1 Classificação de algumas frutas tropicais quanto ao teor de pectina e acidez.

Fruta	<i>Pectina</i>			<i>Acidez</i>		
	Rica	Média	Pobre	Alta	Média	Baixa
Abacaxi			X	X		
Banana		X				X
Goiaba	X				X	
Jabuticaba			X		X	
Laranja pêra	X			X		
Limão cidra	X			X		
Manga espada		X		X		

Fonte: Jackix (1988).

Azzolini et al. (2004), ao estudar estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas Pedro Sato, determinaram as características físicas e químicas de goiabas em três estádios de maturação, no momento da colheita (Tabela 2). O aumento da relação entre os teores de sólidos solúveis e acidez titulável (SST/AT) no estágio 3 de maturação indica que nesse estágio o fruto apresenta uma menor acidez, porém, o teor de sólidos solúveis aumenta, indicando maior presença de açúcares que, também, é um componente importante na elaboração desse tipo de produto.

TABELA 2 Características físicas e químicas de goiabas ‘Pedro Sato’ em três estádios de maturação, no momento da colheita.

Índices de maturação	Estádios de maturação		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Firmeza (N)	100,80	77,60	46,30
Cor da polpa (Croma)	30,36	33,38	34,57
Sólidos solúveis totais (°Brix)	6,90	7,30	7,60
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0,60	0,54	0,51
Relação SST/AT	11,60	13,60	15,10
Vitamina C (mg ác. ascórbico.100g⁻¹ polpa)	30,35	44,47	48,77

Fonte: Azzolini et al. (2004).

2.2 Doce de goiaba

Ao fazer um estudo para caracterizar a agroindústria de frutas no estado de Minas Gerais, Ferraz et al. (2002) fizeram o mapeamento da agroindústria no Estado mostrando a localização das cidades que possuem agroindústria de frutas, bem como o número de indústrias e seus produtos, classificados como suco/polpa e doces em geral, categoria esta que engloba doces em pasta (em massa e cremoso), frutas cristalizadas, desidratadas e em calda (Figura 1).

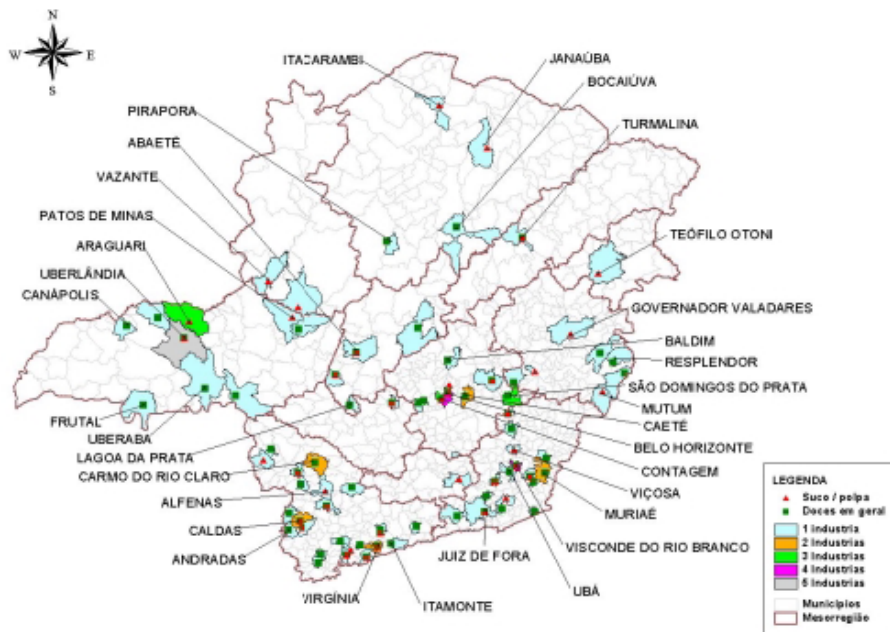


FIGURA 1 Mapeamento da agroindústria de frutas em Minas Gerais.

Esse mapeamento mostra 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. De acordo com esses autores, o segmento de produção de doces em pasta, frutas em calda e cristalizadas é caracterizado pelas micro e pequenas empresas, sendo a grande maioria com capacidade instalada menor que 500 kg. A maior parte da goiaba utilizada pelas agroindústrias (mais de 70%) é aproveitada para a produção de doce em massa.

As Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas, anexas ao decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1978, estabelecem: 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 esses padrões até uma consistência apropriada, sendo finalmente acondicionado de forma a assegurar a sua perfeita conservação (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação-ABIA, 1996).

O doce em pasta pode ser simples (uma espécie) ou misto (mais de uma espécie) quanto ao vegetal empregado. Quanto à consistência pode ser cremoso (pasta homogênea e mole) ou em massa, de consistência homogênea que possibilita o corte. A designação do doce em massa é dada pelo nome da fruta acrescida do sufixo “ada”, quando for elaborado com uma única espécie de fruta, (Jackix, 1988). Esse mesmo autor declara que a produção de doces em massa implica no aquecimento da polpa e demais ingredientes por um determinado tempo, até alcançar uma concentração superior a 70° Brix, podendo afetar entre outras características, a cor, a textura e o sabor do produto final.

2.3 Componentes e aditivos

2.3.1 Açúcar

As frutas e hortaliças conservadas pela adição de açúcar estão entre os produtos mais produzidos no país, tanto industrial como artesanalmente (Rodrigues et al., 1998).

Na fabricação do doce, o açúcar mais utilizado é a sacarose, e essa, no final da cocção deve estar na concentração entre 68 a 73 °Brix (Rauch, 1965), dependendo do tipo de produto que se quer obter: cremoso ou corte. O açúcar é adicionado sob forma sólida ou em xarope, sempre proporcional ao teor de pectina (Gava, 1999).

O tipo de açúcar apresenta importância na elaboração de geléias e, conseqüentemente, em doces em massa. Na prática, geralmente, adiciona-se sacarose que é parcialmente hidrolisada durante o processo de cocção do doce. A baixa inversão da sacarose poderá provocar cristalização, enquanto que a alta inversão poderá resultar numa granulação de dextrose (glucose) no gel (Gava, 1998).

Devido à acidez e ao aquecimento, sempre ocorre a formação de açúcar invertido, isto é, a sacarose desdobra-se em glucose e frutose. Essa nova mistura de sacarose, glucose e frutose têm maior solubilidade que a sacarose pura. A substituição mínima, para evitar a cristalização, varia com a porcentagem de sólidos solúveis totais. A porcentagem ótima de açúcar invertido está entre 35% a 40% dos açúcares totais. Um excesso de açúcares invertidos (ao redor de 50% dos sólidos totais) provocará a formação de uma massa xaroposa, devido à formação de pequenos cristais de glucose. Nem sempre é possível obter a porcentagem desejada de açúcar invertido, durante o processo de cocção, porque se deseja sempre uma cocção curta para preservar a pectina, o aroma e o sabor da fruta (Jackix, 1988).

Segundo Torrezan (2003), períodos muito longos de cocção podem causar a caramelização do açúcar, com conseqüente escurecimento do produto, excessiva inversão da sacarose, perda de aromas, degradação da pectina e gastos excessivos de tempo e energia. Por sua vez, se a concentração for excessivamente curta, pode causar pouca ou nenhuma inversão da sacarose e absorção incompleta do açúcar pela fruta, podendo levar à destruição do gel e abaixamento da concentração final de sólidos solúveis durante o armazenamento.

2.3.2 Acidez e pH

A presença de íons H^+ é atribuída à menor dissociação das carbonilas livres nas moléculas de pectina, o que diminui a repulsão intermolecular e favorece a formação de ligações cruzadas, essenciais para a geleificação, (Alikonis, 1979; Glicksman, 1969). Dessa forma, a adição de acidulantes tem por finalidade abaixar o pH para obter-se geleificação adequada e realçar o aroma natural da fruta (Jackix, 1988). De acordo com Mororó (1999), devido à goiaba se tratar de uma fruta com pH variando de 3,7 a 4,7 e teor médio de pectina, faz-se necessária a adição desses componentes, sugerindo a adição de 0,25% e 0,50% de ácido cítrico e pectina, respectivamente, para a obtenção de doce em massa de goiaba.

O ácido enrijece as fibras da rede, mas a alta acidez afeta elasticidade, deixando-a muito dura e a baixa acidez a enfraquece. Muitas frutas são ricas em pectina e ácido sendo essas mais indicadas para geléias e doces em massa (Jackix, 1988).

Dos acidulantes, os ácidos cítrico, fosfórico e láctico são os mais utilizados em alimentos. O primeiro, devido à alta solubilidade e ao efeito tamponante, favorece a estabilidade dos produtos finais, sendo bastante utilizado em geléias, doces em massa e frutas em calda (Torrezan, 2003).

Albuquerque (1997) verificou em seus estudos que o tempo de geleificação, num determinado intervalo, é diretamente proporcional ao pH. Assim a temperatura de geleificação, é inversamente proporcional ao pH, sendo que abaixo do intervalo de pH entre 2,5 e 3,1 a força do gel é constante, mas decresce rapidamente à medida que o pH aumenta.

2.3.3 Pectina

Polímeros de carboidrato são ingredientes funcionais importantes em muitos produtos alimentícios incluindo pudins, mousses, geléias e compotas (Mao et al., 2001).

Um aspecto importante dos carboidratos e, também, das proteínas é a sua capacidade de geleificação (Fennema, 1993). A indústria usa esses diferentes biopolímeros para produzir géis com variadas características texturais, de aparência e de ponto de gel. Esses fatores de geleificação são determinados pelo tipo do biopolímero, condição química e interação com outros ingredientes alimentares (Barbut & Foegeding, 1993).

Segundo Gava (1998) a proporção da pectina varia consideravelmente de um tecido para outro, de uma espécie para outra e com a maturação da planta. As frutas maduras, geralmente, possuem menos pectina. O percentual de pectina existente é importante porque a fruta, sendo rica nesse composto, fornece ao doce um rendimento entre 60-100% e sendo pobre, menor que 60%.

Frutas ricas em pectina, como a maçã e outras cítricas, têm, por si mesmas, excelentes poderes geleificantes. Os conteúdos em pectina, açúcar e acidez definem o equilíbrio, fora do qual não se forma gel (Belitz & Grosch, 1988). As frutas pobres em pectina só formam gel se forem muito ácidas ou se o conteúdo final de açúcar for alto. Pelo contrário, se o conteúdo em pectina é elevado, menor a quantidade do açúcar para formar gel.

Com um aumento na concentração de pectina, a interação pectina-pectina desempenha um papel importante nas propriedades da solução. No processo de gelatinização há uns mecanismos substancialmente diferentes entre pectinas de baixos e elevados graus de metoxilação (Thakur et al., 1997). Em pectinas com baixo grau de metoxilação, a gelatinização resulta de ligações iônicas, através de uma ponte do cálcio entre dois grupos carboxílicos, que pertencem a cadeias diferentes no contato próximo, para dar forma a uma estrutura que tem muita afinidade pelo cálcio. Em pectina com elevado grau de metoxilação, a ligação das pectinas envolve contribuições de ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas entre os grupos metil do éster nas diferentes moléculas. Conseqüentemente, as propriedades do gel são fortemente dependentes do grau de metoxilação. As propriedades dos géis são, também, dependentes da adição dos solutos tais como açúcares e polióis, que modificam as interações hidrofóbicas entre as macromoléculas através da mudança no solvente utilizado (Matsue & Miyawaki, 2000).

Segundo Brandão & Andrade (1999) as pectinas de alto grau de metoxilação possuem considerável poder geleificante e são amplamente usadas na geleificação de sucos de frutas para a obtenção de geléias. A presença de cadeias laterais, principalmente, com unidades de arabinose e galactose, afeta significativamente as propriedades funcionais das pectinas, tais como solubilidade, geleificação, formação de filme e propriedades reológicas, além de favorecer a agregação em soluções concentradas. Pectinas com alto grau de metoxilação geleificam em meio ácido, em presença de altas concentrações de um co-soluto, geralmente sacarose. Esse processo de geleificação é complexo, havendo, ainda, divergência sobre seu mecanismo.

No processamento a vácuo, a pectina pode ser adicionada no começo do processo, mas no caso de concentradores operados à pressão atmosférica, a adição da pectina deve ocorrer da metade para o final do processo de cocção.

Para ser adicionada no concentrador, a pectina deve estar dissolvida. Para a dissolução, mistura-se uma parte de pectina para quatro partes de açúcar e adiciona-se gradativamente água a 65°C a 70°C, com alta agitação mecânica, para formação de uma solução homogênea. A concentração máxima em peso de pectina nessa solução deve ser de 4%, para facilitar sua inteira dissolução (Torrezan, 2003).

2.3.4 Sorbato de potássio

Alimentos como sucos, compotas e geléias são geralmente conservados pela aplicação da combinação de obstáculos tais como a redução do pH, a redução da atividade de água pela adição de solutos, tratamento térmico e o uso dos conservantes (Battey et al., 2002).

Os aditivos conservadores ou preservadores são substâncias que retardam os processos de deterioração de produtos alimentícios, protegendo-os contra a ação de microrganismos ou de enzimas proporcionando, também, a dilatação do período de vida útil do alimento (Evangelista, 2005).

O ácido sórbico ou seus sais de potássio ou cálcio são muito efetivos, principalmente, contra crescimento de fungos (fungistático). Em fungos, leveduras e em bactérias com reação positiva de catalase, o ácido sórbico inativa as desidrogenases, enzimas necessárias ao metabolismo de carboidratos e ácidos graxos (Gava, 1998).

O sorbato de potássio é visto como um conservante com baixa toxicidade para mamíferos, ocasiona menor sensação de sabor residual e é mais eficiente como inibidor do crescimento de leveduras do que o benzoato de sódio (Praphailong & Fleet, 1997).

De acordo com Thakur et al. (1994) no estado seco e cristalino, o ácido sórbico é estável e nenhuma degradação ocorre mesmo se armazenado em temperatura ambiente por muito tempo. Em solução ou em alimentos, entretanto,

ele sofre autoxidação durante o armazenamento, formando carbonos e outros compostos. Muitos fatores (como pH, temperatura, embalagem, atividade de água e composição do alimento) influenciam nesta estabilidade. A degradação do ácido sórbico está associada ao desenvolvimento de cor em alimentos. Acetaldeído e β -carboxilacroleína têm sido relatados ser os maiores produtos de degradação de ácido sórbico em soluções aquosas. A β -carboxilacroleína encontrada é responsável pela indução de cor pelo sorbato em alimentos quando reage com aminoácidos e proteínas para formar pigmentos. O ácido sórbico degrada, principalmente, por autoxidação, sendo o empacotamento a vácuo em filmes ou lâminas impermeáveis, processos sugeridos para reduzir essa degradação e assegurar uma vida de prateleira adequada para alimentos preservados com sorbato.

Alexandre et al. (2004) ao analisar o processo de conservação do açaí, por meio de métodos combinados, verificaram que, quando não houve adição de sorbato de potássio, alta concentração de sacarose foi necessária para a conservação do açaí e que essa pode ser diminuída na presença de sorbato de potássio, não interferindo na aceitação do produto.

Falcó et al. (1993) verificaram a influência de métodos combinados para a conservação de doce obtido, a partir de resíduos de morangos e concluíram que o sorbato de potássio é mais efetivo que o benzoato de sódio para a inibição dos microrganismos estudados (*Aspergillus ochraceus* e *Penicillium italicum*), mas o *Aspergillus ochraceus* é mais resistente à ação do sorbato de potássio.

2.4 Embalagens

Todo alimento processado ou não deve ser preservado por uma embalagem que, além da função protetora, pode ter funções de propaganda e facilitar seu manuseio no processamento, armazenamento e uso pelo consumidor. A natureza do material da embalagem deve, principalmente,

atender critérios de preservação e apresentação do produto (Bobbio & Bobbio, 1992).

As embalagens devem evitar alteração das características sensoriais do produto, além de satisfazer as necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade, entre outras (Bureau & Multon, 1998).

As pequenas fábricas de geléias e doces fazem o envasamento em embalagens plásticas (potes e sacos termossoldáveis), papel celofane, caixas de madeira, vidro, dentre outros que facilitam bastante o trabalho de empacotamento em caixas, para o armazenamento e distribuição dos produtos. As embalagens plásticas são usadas, praticamente, para todos os tipos de alimentos, especialmente em doces e geléias. Além disso, esse tipo de embalagem confere ao produto baixo custo, boa impermeabilidade. Podem ser transparentes, utilizar impressão gráfica e aceitam bem etiquetas adesivas para fixação da marca (Mororó, 1999).

O celofane foi um dos primeiros filmes plásticos biodegradáveis utilizados (obtido a partir do xantato de celulose), material flexível, transparente e com boas propriedades mecânicas, porém, sensível à umidade (Jenkins & Harrington, 1991). Desde a introdução dos polímeros sintéticos na produção de embalagens, em 1950, as vendas de celofane chegaram a cair 90%. Esse filme é obtido através da dissolução de fibras de madeira, tratadas quimicamente, convertidas em filme, é extremamente transparente, apresenta boas características de rigidez e transformabilidade, é biodegradável e tem discreta barreira à passagem de gases, custo elevado, peso notável (massa volumétrica de $1,44\text{g/cm}^3$), não é termossoldável e é extremamente sensível à umidade, que o deforma e o torna ainda mais permeável. Segundo Sacharow & Griffin (1970) a permeabilidade ao vapor de água do celofane varia de 1,0630-1,9840 $\text{kg/m}^2/10000/24\text{h}$ a 760mmHg, 37,78°C e 90% de umidade relativa. Seu emprego, muito difundido nos anos 60-70, hoje está em pleno desuso devido ao

surgimento dos filmes plásticos como polietileno, polipropileno e PVC, que são de baixo custo e com propriedades de barreira a água e mecânicas superiores (Man & Jones, 1997; Baruffaldi & Oliveira, 1998).

O polipropileno é obtido pela polimerização do propileno, é mais rígido, resistente e leve que o polietileno. É mais difícil de ser soldado pelo calor do que o polietileno, necessitando de 10-15°C a mais (Gava, 1999). Apresenta razoável resistência ao atrito, boa ao calor e ao ataque de ácidos e bases, baixa permeabilidade ao vapor de água e média ao oxigênio. Está entre os principais plásticos usados na embalagem de alimentos no Brasil (Bobbio & Bobbio, 1992). Sua permeabilidade ao vapor de água, reportada por Sacharow & Griffin (1970), foi de 0,1860kg/m²/10000/24h a 760 mmHg, 37,78°C e 90% de umidade relativa.

As embalagens metálicas possuem boas características de impermeabilidade a gases e vapores orgânicos e são largamente utilizadas no acondicionamento de produtos derivados de frutas pela sua alta resistência mecânica e térmica, requisitos necessários às embalagens destinadas a produtos termoprocessados (Anjos et al., 2003). Verifica-se, entretanto, que o material metálico é vulnerável à corrosão, dependendo das suas características e das condições de estocagem como, por exemplo, devido à presença do ácido cítrico. Essas substâncias atuam como aceleradores de corrosão do estanho e do ferro da folha-de-flandres e da folha cromada, materiais usualmente empregados na fabricação das embalagens metálicas. Para a minimização das reações de interação entre o material metálico e o produto, as embalagens metálicas são revestidas internamente por um verniz orgânico, compatível com o tipo de produto a ser acondicionado. O revestimento orgânico aplicado deverá, assim, impedir qualquer ocorrência de reações de interação entre o material metálico e o produto, que poderão provocar alterações sensoriais e redução de sua vida útil. Essa proteção, conferida pelo verniz, nem sempre é efetiva uma vez que o

revestimento orgânico poderá apresentar porosidade e permitir uma maior interação na interface produto/material metálico (Anjos et al., 2003).

De acordo com Falcó et al. (1993), tradicionalmente, os doces concentrados são envasados em latas, sendo um limitante para a produção atual devido ao alto custo do material da embalagem.

Policarpo et al. (2007) analisando as mudanças físicas, químicas e microbiológicas do doce de umbu verde, durante o armazenamento sob temperatura de 33°C e umidade relativa de 88%, determinaram que, apesar da estabilidade microbiológica de todos os tratamentos, durante o armazenamento, houve um comprometimento da estabilidade química do produto, especificamente relacionada à embalagem de celofane devido à maior permeabilidade do material da embalagem. Eles concluíram que a utilização das embalagens de polipropileno para esse tipo de produto devem ser recomendadas quando armazenados sob essas condições de temperatura e umidade.

2.5 Alterações durante o armazenamento

Os alimentos, quer industrializados ou não, mantêm constante atividade biológica, manifestada por alterações de natureza química, física, microbiológica ou enzimática e levam à deterioração da qualidade. Essa se caracteriza pela inaptidão dos produtos para consumo humano, como resultado da existência de contaminação microbiana ou insetos, da perda de certos atributos específicos, como cor, sabor, textura e viscosidade (Cabral & Fernandes 1980).

A estabilidade é uma característica extremamente desejável em alimentos. Ao adquirir um produto, o consumidor deseja que a sua qualidade seja mantida pelo maior tempo possível, tanto do ponto de vista microbiológico, quanto sensorial. Os alimentos, contudo, são formados por diversos componentes que estão sujeitos às variações do ambiente e, conseqüentemente, a

uma série de alterações que podem resultar na perda de qualidade e até na completa deterioração desses materiais (Leite et al., 2005).

A maior parte dos alimentos existe em um estado de não-equilíbrio amorfo, que pode ser definido como uma falta de organização das moléculas, sendo o oposto ao estado cristalino, o qual se caracteriza pelo melhor arranjo da estrutura. Esses materiais são geralmente metaestáveis ou instáveis (estado gomoso), de modo que seu estado físico e suas propriedades físico-químicas mudam de comportamento, durante as etapas de processamento, estocagem, distribuição e consumo (Roos, 1995; Slade & Levine, 1991). A concentração de frutas, embora reduza a disponibilidade de água e aumente sua durabilidade, provoca mudanças estruturais nos carboidratos solúveis (açúcares), como o alto grau de amorfismo, tornando o produto altamente higroscópico e sensível a alterações físicas, químicas e microbiológicas, as quais prejudicam sua aceitação pelo consumidor (Teran-Ortiz, 2004).

De acordo com Hartel (1993), os dois fatores que afetam a cristalização de produtos alimentícios durante o armazenamento são temperatura e umidade relativa. Produtos como doces em massa com grande concentração de açúcar são altamente higroscópicos, atraindo facilmente a água presente no ar (White & Cakebread, 1966). A absorção de água reduz a concentração do xarope de açúcar, abaixa a temperatura de transição vítrea e, eventualmente, resulta em cristalização de açúcar que é uma característica indesejável que deprecia a qualidade desse tipo de produto. Assim, embalagens impermeáveis ao vapor de água são requeridas para proteger a superfície em contato com a umidade do ambiente.

Assis et al. (2007), ao avaliarem o processamento e estabilidade de geléia de caju armazenadas a 28°C durante 120 dias de armazenamento, determinaram que, apesar da estabilidade do pH durante o armazenamento, os açúcares não- redutores diminuíram, enquanto os açúcares redutores

aumentaram. Tal característica é importante para a manutenção da qualidade do produto, uma vez que a proporção de açúcares redutores e não-redutores está diretamente ligada à estabilidade das propriedades físicas desse tipo de produto (Jackis, 1888). Apesar dessas alterações químicas, a avaliação sensorial mostrou boa aceitação global da geléia de caju ao final de 120 dias de armazenamento.

A sinérese, ou seja, a exudação do líquido contido no gel é outro fenômeno que ocorre tipicamente nesse tipo de produto e está relacionada com a alta acidez ou a baixa concentração de pectina e a utilização de temperaturas de cocção elevadas (Rauch, 1965).

Policarpo et al. (2007) determinaram que existe influência das embalagens (celofane e polipropileno) e da adição de pectina e glicose sobre a estabilidade química e física de doce em massa de umbu armazenado durante 90 dias. A adição de pectina e glicose determinou uma melhoria da textura, especificamente em relação à firmeza e à gomosidade. A embalagem de polipropileno proporcionou maior estabilidade química devido à sua menor permeabilidade em relação ao celofane.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. P. Fatores que influem no processamento de geléias e geleadas de frutas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 62-67, 1997.

ALEXANDRE, D.; CUNHA R.L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 114-119, jan./jun. 2004.

ALIKONIS, J. J. Starch and pectin jellies. In: BELLARDE, F. B. **Candy Technology**. Connecticut: AVI, 1979. Cap. 10, p. 109-118.

ANJOS, V. D. A.; ORTIZ, S. A.; SARON, E. S.; JAIME, S. B. M.; BARBIERI, M. K. Estabilidade do Purê de Tomate em Embalagens de Consumo: Aspectos Sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 171-177, 2003

ASSIS, M. M. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. T.; FIGUEIREDO, R. W.; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e estabilidade de geléia de caju. **Revista Ciência Agrônômica**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 46-51, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. **Compêndio de legislação dos alimentos**: consolidação das normas e padrões para alimentos. São Paulo: ABIA, 2001. 2 v.

AZZOLINE, M. A.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A.; SCHIAVINATO, M. A. Ripening of 'Pedro Sato' guava: study on its climacteric or non-climacteric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v. 17, n. 3, p. 299-306, Sept. 2005.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; SPOTO, M.H.F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-31, 2004.

BARBUT, S.; FOEGEDING, E. A. Ca^{2+} - Induced gelation of pre heated whey protein isolate. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 4, p. 867-871, 1993.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. p. 317.

BATTEY, A. S.; DUFFY, S.; SCHAFFNER, D. Modelling yeast spoilage in cold filled ready to drink beverages with *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii* and *Candida lipolytica*. **Applied and Environmental Microbiology**, Madrid, v. 68, p. 1901–1906, 2002.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1988. p. 358.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. p. 62.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de geleificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros**, v. 9, n. 3, 1999.

BUREAU, G.; MULTON, J. L. **Embalagem de los alimentos de gran consumo**. Zaragoza: Acribia, 1998. 748 p.

CABRAL, A. C.; FERNANDES, M. H. C. Aspectos gerais sobre a vida de prateleira de produtos alimentícios. **Boletim do ITAL**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 371-439, 1980.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. p. 433.

FALCÓ, A. S.; LARRAURI, J. A.; BORROTO, B.; NÚÑEZ, M. Empleo de métodos combinados para la conservación de una mermelada concentrada obtenida a partir de residuos de fresas. **Alimentaria**, Madrid, n. 242, p. 69-72, 1993.

FENNEMA, Owen R. (dir.). **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993, 1095 p.

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: FAEMG, 2002.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1998. 284 p.

GLICKSMAN, M. **Gum technology in the food industry**. New York: Academic, 1969. p 159-189.

GONZAGA NETO, L.; ABRAMOF, L.; BEZERRA, J.E.F.; PEDROSA, A.C.; SILVA, H.M. Seleção de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) para consumo ao natural, na Região do Vale do Rio Moxotó, em Ibimirim-Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 9, n. 2, p. 63-66, 1990.

HARTEL, R. W. Controlling sugar crystallization in food products. **Food Technology**, Chicago, v. 47, n.11, p. 99-107, 1993.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Valor da produção**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov>>. Acesso em: 15 out. 2002.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Ícone, 1988. p. 85-158.

JACOMINO, A. P.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; SIGRIST, J. M. M.; KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Sensorial characteristics of 'Kumagai' guavas submitted to passive modified atmosphere in plastic packages. **Journal of Plastic Film & Sheeting**, v. 17, p. 6-21, 2001.

JENKINS, W. A.; HARRINGTON, J. P. **Packaging foods with plastics**. Lancaster: Technomic, 1991. p. 35-36.

LEITE, J. T. C.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Transições de fases em alimentos: influência no processamento e na armazenagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 83-96, 2005.

LEMO, G. C. da S.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de.; COLLIER, L. S.; CARVALHO, A. J. C. de, MANICA, I. Goiaba: amadurecimento, colheita, classificação, embalagem, transporte e armazenamento. **Cadernos de Horticultura da UFRS**, Porto Alegre, v. 3, n.4, p.1-8, 1995.

LOPES, L. C. **Anotações de fisiologia pós-colheita de produtos hortícolas**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 104 p.

MAO, R.; TANG, J.; SWANSON, B.G. Water holding capacity and microstructure of gelatin gels. **Carbohydrate Polymers**, v. 46, p. 365-371, 2001.

MATSUE, S.; MIYAWAKI, O. Influence of water activity and solvent ordering on enzyme kinetics of alcohol dehydrogenase, lysozyme, and β -galactosidase. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 26, p. 342-347, 2000.

MORORÓ, R. C. **Como montar e operar uma pequena fábrica de doces e geléias**. Viçosa, MG: CPT, 1999. p. 46-49. (CPT - Agroindústria, Manual, 207).

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 47 p.

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, E.; CASTRO, F. T.; ANJOS, V. D.; CAVALCANTI, N. B. Green umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) preserve: physical, chemical and microbiological changes during store. **Journal of Food Processing and Preservation**, Oxford, v. 31, n 2, p. 201-210, Apr. 2007.

POLICARPO, V. M. N.; ENDO, E.; FARIA, R. Q.; ANJOS, V.; BORGES, S. V.; GREGÓRIO, S. R.; CAVALCANTE, N. Efeito de aditivos sobre el color, textura y aceptación del dulce de umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) verde. **Alimentaria**, Madrid, n. 346, p. 111-115, 2003.

PRAPHAILONG, W.; FLEET, G. H. The effect of pH, sodium chloride, sucrose, sorbate and benzoate on the growth of food spoilage yeasts. **Food Microbiology**, v. 14, p. 459-468, 1997.

RATHORE, D. S. Effect of season on the growth and chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. **The Journal of Horticultural Science**, v. 51, n. 1, p.41-47, 1996.

RAUCH, G. H. **Fabricacion de marmeladas**. Zaragoza: Acribia, 1965. 199 p.

RODRIGUES, R. S.; GALLI, D. C.; MACHADO, M. R. G. Comparação entre seis marcas de açúcar mascavo. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA RURAL, 2.; CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL, 5., 1998, La Plata. **Anais....** La Plata: CLIR-CADIR, 1998.

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.

ROOS, Y.H. **Phase transitions in foods**. San Diego: Academic, 1995.

SACHAROW, S.; GRIFFIN, R.G. **Food Packaging**. Westport: AVI Publishing, 1970. 412 p.

SLADE, L.; LEVINE, H. Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 30, n.2, p.115-360, 1991.

TERAN-ORTIZ, G.P. **Cristalização de açúcares em doces de frutos**. 2004. 80 p. Teses (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K., HANDA, A. K. Chemistry and uses of pectin. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, p. 47-73, 1997.

THAKUR, B. R.; SINGH, R.K.; ARYA, S.S. Chemistry of sorbates – a basic perspective. **Food Reviews International**. v. 10, n. 1, p. 71-91, 1994.

TORREZAN, R. **Iniciando um pequeno e grande negócio agroindustrial: frutas em calda, geléias e doces**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria e Alimentos. 2003. 50 p.

WHITE, G. W.; CAKEBREAD, S. H. The glassy state in certain sugar-containing food products. **Journal Food Technology**, Chicago, v. 1, p. 73-82, 1966.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE DOCE DE GOIABA (*PSIDIUM GUAJAVA*, L.) DA CULTIVAR PEDRO SATO

1 RESUMO

MENEZES, Camila Carvalho. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato In: _____. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento.** 2008. Cap. 2, p. 25-54. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

A vida útil de doces pode ser estendida com a utilização de conservantes e outros métodos combinados de conservação. O objetivo desse trabalho foi verificar o efeito da concentração de sorbato de potássio, concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar sobre as características físicas e físico-químicas de formulações de doce de goiaba. Foi utilizado um planejamento fatorial 2^3 completo com 3 pontos centrais. Modelos lineares foram ajustados para descrever as respostas em função dos fatores significativos. Resultados mostraram que a concentração de sorbato de potássio teve pouca influência sobre as respostas analisadas, exceto para o pH; a razão polpa/açúcar e a concentração de ácido cítrico são as variáveis mais relevantes nesse processo. Para obter doces firmes e de maior rendimento é necessário o aumento da concentração de ácido cítrico e da diminuição da razão polpa/açúcar.

Palavras-chave: frutas, processamento, qualidade.

*Comitê orientador: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Orientadora), Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-orientadora) e Prof. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-orientador).

2 ABSTRACT

MENEZES, Camila Carvalho. Physical and physical-chemical characterisation of different formulations of guava preserve (*Psidium guajava*, L.) made from Pedro Sato cultivar. In: _____. **Optimization and evaluation of the presence of potassium sorbate and packages on guava preserve during storage**. 2008. Chap. 2, p. 25-54. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

The shelf life of preserves can be extended by the use of preservatives and other combined preservation methods. The objective of the present study was to verify the effects of potassium sorbate and citric acid concentrations and the pulp:sugar ratio on the physical and physical-chemical characteristics of guava preserve formulations. A complete 2^3 factorial design was used with 3 central points. Linear models were fitted to describe the responses as a function of the significant factors. The results showed that the potassium sorbate concentration had little effect on the responses analysed, except for the pH; the pulp/sugar ratio and the citric acid concentration are the variables most relevant to this process. The citric acid concentration and the pulp:sugar ratio must be increased to obtain firm preserves and greater yield.

Keywords: fruits, processing, quality.

* Guidance Committee: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Adviser), Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-adviser) e Prof. Dr. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-adviser).

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de goiaba (*Psidium guajava*, L.) e a cultivar Pedro Sato é a preferida no mercado nacional (Azzoline et al., 2005). Constitui um dos frutos de maior importância nas regiões subtropicais e tropicais, não só devido ao seu elevado valor nutritivo, mas pela excelente aceitação do consumo "in natura", pela sua grande aplicação industrial, como também porque pode se desenvolver em condições adversas de clima (Gongatti Netto et al., 1996).

Em termos de mercado brasileiro, a goiabada ou doce em massa de goiaba é um dos produtos industrializados de fruta mais consumidos pela classe média baixa e pela faixa de menor poder aquisitivo da sociedade (Peçanha et al., 2006). A goiabada ou doce em massa de goiaba deve ter cor característica do produto, variando de vermelho amarelado a vermelho amarronzado, odor e sabor característicos, lembrando a goiaba, aparência gelatinosa e sólida, permitindo corte (Mori et al., 1998).

Os doces em massa são resultantes do processamento adequado das partes comestíveis dos vegetais, adicionados de açúcares, água, pectina (0,5 a 1,5% em relação à polpa), ajustador de pH (3 a 3,4), além de outros ingredientes e aditivos permitidos até alcançar a consistência adequada, assegurando estabilidade ao produto. Após o processamento, os doces devem ser devidamente embalados e armazenados em condições ambientais (Jackix, 1988; Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação, 2001). De acordo com Albuquerque (1997), fatores intrínsecos, como o grau de esterificação da pectina e o pH do doce e fatores extrínsecos como: pré-processamento de fruta, temperatura de cocção, tamanho da embalagem, tempo e temperatura de

geleificação, além da ordem na colocação dos ingredientes afetam o processo de fabricação de geléias e doces, por conseguinte, a qualidade do produto final.

Do ponto de vista microbiológico, os doces artesanais, conforme a embalagem e condições de processamento e armazenamento, tem uma vida útil que pode variar de 6 meses a 1 ano (Tfouni & Toledo, 2002), a qual pode ser prolongada pela adição de ácido sórbico e seus sais que têm boa atuação na faixa de pH de 4,0 a 6,0 (Jay, 1996).

De acordo com a Resolução DRC nº 34, de 09 de março de 2001 (BRASIL, 2001), por meio das Tabelas de Aditivos Intencionais, o limite máximo fixado de adição de conservadores é de 0,10% (m/m em relação à polpa) para ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio. Para acidulantes, o ácido cítrico deve ser utilizado em quantidade suficiente para o efeito desejado.

Visando estabelecer padrões de qualidade para o doce de goiaba, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da concentração de sorbato de potássio, concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar sobre as características físicas e físico-químicas do doce de goiaba.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental e análise dos resultados

Foi utilizado um planejamento fatorial 2^3 completo (níveis ± 1) com adição de 3 pontos centrais (nível 0), totalizando 11 ensaios (Tabela 1). Após a obtenção dos resultados, utilizou-se a metodologia de superfície de resposta (Box & Draper, 1987) para avaliar o efeito das concentrações de sorbato de potássio e ácido cítrico em relação à polpa e razão polpa/açúcar (variáveis independentes) sobre as variáveis respostas pH, acidez titulável (AT), açúcares não redutores (ANR), açúcares redutores (AR), atividade de água (a_w), rendimento (RE), cor L^* , cor a^* , firmeza (FI), coesividade (CO), elasticidade (EL), adesividade (AD) e fraturabilidade (FR).

Com a finalidade de avaliar o efeito dos fatores, estimou-se o modelo linear, incluindo o efeito de interação de acordo com a equação 1.

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{13}x_1x_3 + \beta_{23}x_2x_3 + \varepsilon \quad (1)$$

Onde β_n são os coeficientes de regressão, Y é a resposta em questão (pH, AT, ANR, AR, a_w , RE, cor L , cor a^* , FI, CO, EL, AD e FR), x_1 , x_2 e x_3 são as variáveis independentes codificadas (concentração de ácido cítrico, concentração de sorbato de potássio e razão polpa/açúcar) e ε o erro experimental. O critério utilizado para aceitar o modelo proposto foi dado pelo alto valor do coeficiente de determinação (R^2), sendo este assumido como um valor superior a 70%, permitindo inferir que o modelo explica uma elevada porcentagem da variabilidade total. Analisou-se a significância das estimativas dos coeficientes com o intuito de verificar qual fator teve melhor contribuição para o ajuste do modelo considerando um nível de significância de 5%.

TABELA 1 Delineamento experimental para os ensaios de elaboração de doce de goiaba.

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	X ₁	X ₂	x ₃	X ₁ (%)	X ₂ (%)	X ₃ (m/m)
1	+1	+1	+1	0,50	0,10	60/40
2	+1	+1	-1	0,50	0,10	50/50
3	+1	-1	+1	0,50	0,00	60/40
4	+1	-1	-1	0,50	0,00	50/50
5	-1	+1	+1	0,00	0,10	60/40
6	-1	+1	-1	0,00	0,10	50/50
7	-1	-1	+1	0,00	0,00	60/40
8	-1	-1	-1	0,00	0,00	50/50
9	0	0	0	0,25	0,05	55/45
10	0	0	0	0,25	0,05	55/45
11	0	0	0	0,25	0,05	55/45

x₁ = concentração de ácido cítrico

x₂ = concentração de sorbato de potássio

x₃ = razão polpa/açúcar

4.2 Processamento dos doces

Foram empregadas goiabas maduras da cultivar Pedro Sato, em estágio avançado de maturação, adquiridas de produtores da Associação dos Fruticultores de Lavras (FRUTILAVRAS), safra 2007, sendo armazenadas sob refrigeração até seu processamento. No fluxograma apresentado pela Figura 1, estão demonstradas as etapas de elaboração do doce. Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L⁻¹ por 15 minutos, selecionados, branqueados para a inativação das enzimas

responsáveis pelo escurecimento enzimático (100°C, por 5 minutos), acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade e congelados a -18°C para posterior processamento dos doces de goiaba. Para determinar o binômio tempo x temperatura utilizado no branqueamento, realizou-se a análise de atividade da peroxidase, segundo Matsumo & Uritane (1972). O tratamento térmico a 100°C por 5 minutos foi suficiente para inativação total dessa enzima que, por ser uma das enzimas de maior estabilidade térmica presente em frutas e vegetais, é muito utilizada como indicador de branqueamento e outros processamentos térmicos envolvendo tais alimentos (Whitaker, 1972).

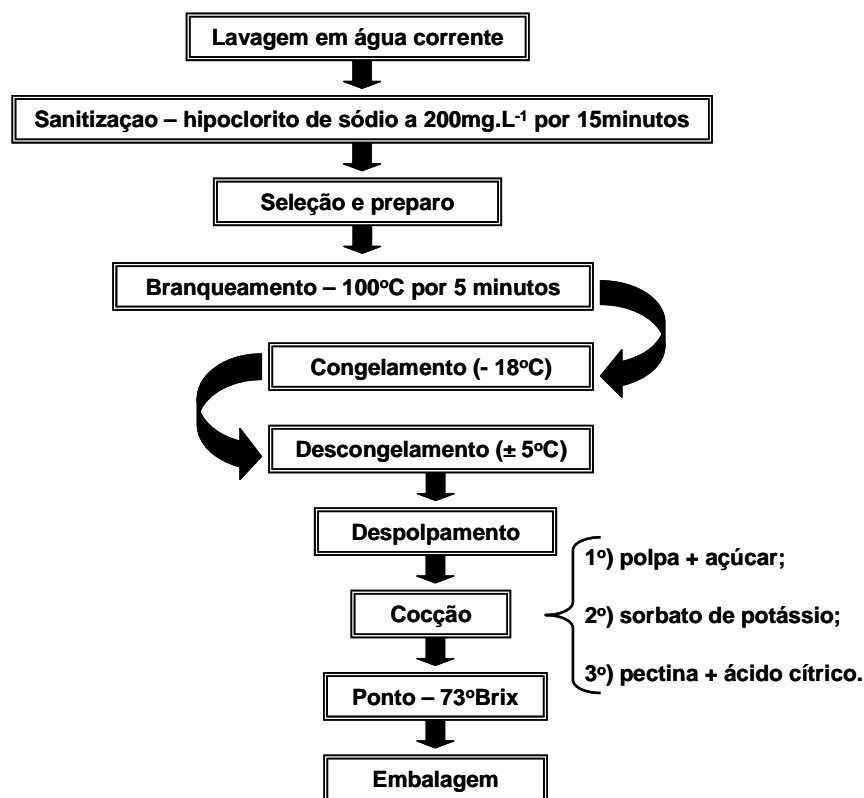


FIGURA 1 Fluxograma de elaboração do doce de goiaba.

Nesse processo experimental foram utilizadas 9 formulações distintas, conforme Tabela 1. As goiabas congeladas por 3 dias foram descongeladas em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) no dia anterior ao despulpamento e despolpadas em despolpadeira elétrica (peneira de diâmetro de 0,6 mm). Os ingredientes utilizados foram: açúcar tipo cristal (comercial), ácido cítrico monoidratado (grau comercial NUCLEAR), pectina cítrica de alto grau de metoxilação (grau comercial VETEC) e sorbato de potássio (grau comercial VETEC). O doce foi processado em tacho aberto de aço inoxidável, após adição da polpa e do açúcar. A pectina (0,5% em relação à polpa em todos os tratamentos) e o ácido cítrico foram incorporados ao doce ao final do processo de cocção para evitar a degradação da pectina devido à acidez e à alta temperatura. O sorbato de potássio foi adicionado ao doce dissolvido em uma porção de polpa (em média, quatro partes de polpa para uma de sorbato) quando o doce apresentou concentração em torno de 50°Brix . As diferentes formulações dos doces (Tabela 1) permaneceram sob cocção até atingirem um teor de sólidos solúveis de 73°Brix . Após o término do processo, os doces foram armazenados em potes de polipropileno e o enchimento foi feito à quente. Os doces foram resfriados à temperatura ambiente.

4.3 Análises físico-químicas

O pH foi determinado em potenciômetro digital, segundo Instituto Adolfo Luz (1985). A acidez titulável foi realizada segundo técnica descrita pela Association of Official Analytical Chemistry (1992) e expressa em equivalente de ácido cítrico por 100g da amostra. Os teores de açúcares redutores e açúcares não-redutores foram analisados pelo método de Somogy, adaptado por Nelson (AOAC, 1992). A atividade de água foi determinada utilizando-se equipamento Aqualab (Decagon modelo 3 TE). As amostras, aproximadamente 5g, foram dispostas em recipientes plásticos e as leituras foram realizadas em temperatura

controlada de $25,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$. As determinações foram feitas em triplicata no dia seguinte ao processamento do doce.

4.4 Análise de Perfil de Textura (TPA)

A TPA foi realizada utilizando um analisador de textura TA.TX2i Stable Micro Systems, (Goldaming, England), com sonda cilíndrica de acrílico de fundo chato ($\text{Ø} = 6\text{mm}$) e tempo, distância, velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 5s, 20mm, 4mm/s, 2mm/s e 4mm/s, respectivamente. As leituras foram realizadas nas amostras dentro da embalagem de polipropileno 5,5 cm de altura e 9 cm de diâmetro, uma vez que não foi possível modelá-las, pois algumas formulações não atingiram ponto de corte. Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo Software Texture Expert Versão 1.22. Os parâmetros analisados foram: firmeza, coesividade, elasticidade, adesividade e fraturabilidade. Os resultados expressos são médias de oito determinações.

4.5 Análise de cor

A cor dos doces foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Giese (1996). Os valores de L e a^* foram determinados com aparelho colorímetro Minolta modelo CR 400, trabalhando com D_{65} (luz do dia) e usando-se os padrões CIELab: em que L varia de 0 (preto) a 100 (branco), a^* varia do verde (-) ao vermelho (+). Os valores de b^* também foram obtidos, porém, não foram avaliados, pois, de acordo com Padula & Rodriguez-Amaya (1987), no caso da goiaba, que tem como cor predominante o vermelho, em razão da grande quantidade de licopeno presente nesta fruta, o valor a^* é muito mais representativo da cor que o b^* .

4.6 Cálculo do rendimento

O rendimento dos doces foi calculado em relação à quantidade de polpa pela equação 2.

$$\% R = (Pf \times 100)/Pi \quad (\text{eq.2})$$

Onde:

$\% R$ = porcentagem de rendimento do doce

Pi = massa da polpa (kg)

Pf = massa do doce após o processamento (kg)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As respostas para as análises físico-químicas, físicas e o rendimento dos doces, encontram-se sumarizadas na Tabela 2.

TABELA 2 Médias das análises físico-químicas, físicas e de rendimento dos doces de goiaba.

Respostas	Ensaio										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
pH	3,61	3,67	3,43	3,45	4,19	4,26	4,08	4,12	3,98	3,79	3,87
Acidez titulável (g ac. Cítrico.100g⁻¹)	0,92	0,68	0,94	0,77	0,51	0,42	0,51	0,43	0,51	0,62	0,70
Açúcares não redutores (g.100g⁻¹)	61,3	67,8	56,3	65,5	66,9	71,8	66,7	71,5	66,7	64,4	66,2
Açúcares redutores (g.100g⁻¹)	22,2	17,3	24,3	21,8	15,7	12,7	14,4	13,8	15,8	17,4	15,9
Atividade de água (a_w)	0,75	0,68	0,76	0,71	0,75	0,68	0,74	0,75	0,75	0,71	0,73
Rendimento (%)	99,0	137,3	99,5	138,7	100,0	136,3	100,5	138,7	112	117	116,7
Cor L*	35,4	32,0	36,4	29,2	37,6	27,4	32,1	27,4	32,9	33,6	33,8
Cor a*	10,9	11,3	11,5	11,5	10,3	13,5	10,8	14,2	10,8	11,7	10,6
Firmeza (g)	509,5	280,5	397,9	266,2	65,9	36,3	46,1	35,9	402,7	235,0	349,8
Coabilidade	0,34	0,35	0,36	0,36	0,65	0,74	0,68	0,75	0,38	0,40	0,38
Elasticidade	19,97	19,63	20,00	19,73	19,81	19,87	19,82	19,88	19,88	19,67	19,85
Adesividade (g.s)	-868	-593	-583	-530	-348	-203	-269	-214	-789	-574	-732
Fraturabilidade (g)	747,2	335,9	611,0	358,2	47,4	0,0	42,3	0,0	400,2	329,7	441,2

Os modelos de regressão em nível de 5% de significância foram estabelecidos a partir dos resultados experimentais das variáveis estudadas. Nos modelos completos, eliminaram-se os coeficientes não significativos, obtendo-se

os modelos ajustados com o emprego de variáveis codificadas (Tabela 3). A adequabilidade dos modelos completos pode ser verificada pelos coeficientes de determinação (R^2), que explicam entre 70% a 98% da variância total das respostas. Em razão desses resultados, os modelos completos foram usados para prever o comportamento das respostas no intervalo de variação estudado, sendo que as variáveis independentes que não aparecem nos gráficos de superfície foram fixadas nos seus respectivos pontos centrais.

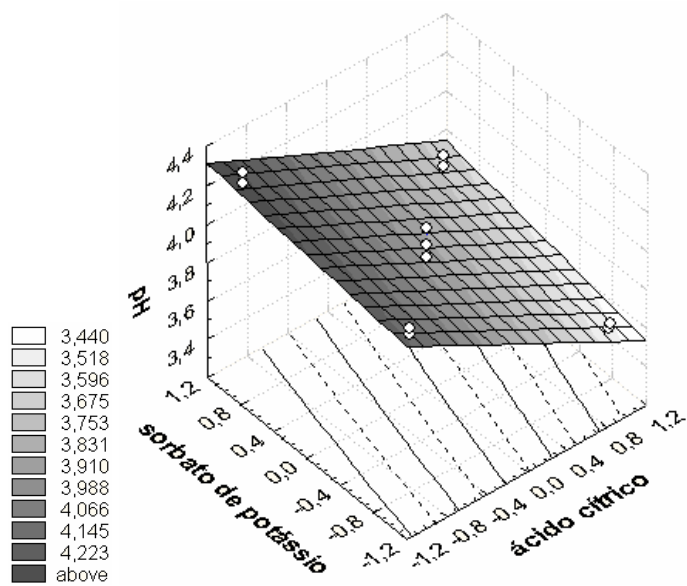
A adição de ácido cítrico, como esperado, reduziu o pH (Figura 2a) e aumentou a acidez (Figura 2b) dos doces. Nascimento et al. (2002) adicionando suco de maracujá em doces em massa de casca de maracujá, obtiveram pH próximos a 3,6. Similarmente, Wille et al. (2004), em seu estudo para desenvolver uma tecnologia para fabricação de doce em massa com araçá-pêra, fruta muito ácida, necessitaram corrigir o pH com frutas pouco ácidas para valores de 3,1 a 3,6 a fim de obter um gel de boa consistência. O aumento da razão polpa/açúcar, ou seja, o aumento da adição de polpa também exerceu um efeito positivo em relação à acidez titulável dos doces (Figura 2b) que pode ter sido em decorrência da acidez titulável de goiabas da cultivar Pedro Sato em estágio avançado de maturação ser em torno de 0,51% de ácido cítrico (Azzolini et al., 2004).

A adição de sorbato de potássio aumentou o pH dos doces (Figura 2a), tornando o produto menos ácido. Segundo Padilla-Zakour & Anderson (1998), a adição de sorbato de potássio no alimento, normalmente, ocasiona um aumento do pH em aproximadamente 0,1 a 0,5 unidades de pH dependendo da quantidade adicionada, pH do meio e tipo de produto. A relação entre o pH e a dissociação das moléculas de ácido sórbico é diretamente proporcional, ou seja, quanto menor o pH, menor o número de ácidos dissociados (Sofos & Busta, 1981) e, portanto, o pH tende a se elevar.

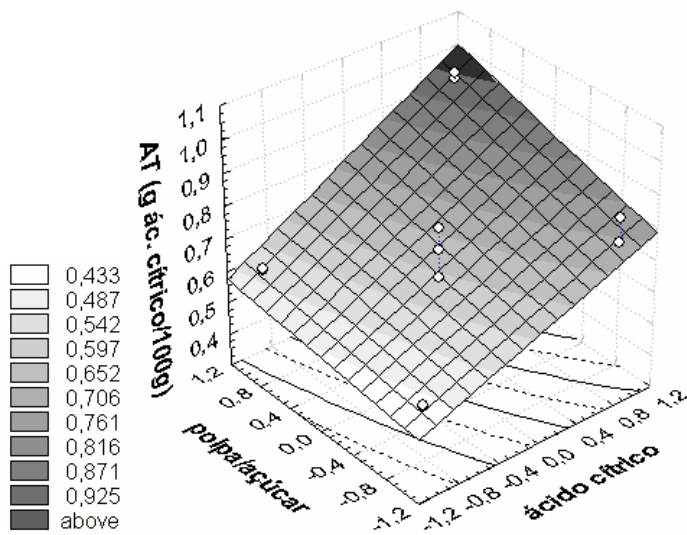
TABELA 3 Equações de regressão com variáveis codificadas, significância e coeficientes de determinação dos modelos completos para as respostas das análises físico-químicas, físicas e de rendimento dos doces de goiaba.

Resposta	Modelo estimador	Prob > F	R²
pH	$3,86 - 0,3108x_1 + 0,0808x_2$	0,0000	0,9779
Acidez titulável (g ac. cítrico.100g⁻¹)	$0,64 + 0,1783x_1 + 0,0725x_3$	0,0000	0,9363
Açúcares não redutores (g.100g⁻¹)	$65,89 - 3,1808x_1 - 3,2208x_3$	0,0003	0,9790
Açúcares redutores (g.100g⁻¹)	$17,37 + 3,6325x_1 + 1,3833x_3$	0,0024	0,9577
Atividade de água (a_w)	$0,72 + 0,0223x_3$	0,0000	0,8354
Rendimento (%)	$117,79 - 19,0000x_3$	0,0000	0,9854
Cor L*	$32,54 + 3,2007x_3$	0,0000	0,8736
Cor a*	$11,56 - 1,7270x_3 + 1,5320x_1x_3$	0,0000	0,8672
Firmeza (g)	$238,70 + 158,7396x_1$	0,0010	0,8318
Coabilidade	$0,49 - 0,1740x_1$	0,0000	0,8480
Elasticidade	19,82	0,0000	0,7698
Adesividade (g.s)	$-518,56 - 192,4680x_1$	0,0016	0,7012
Fraturabilidade (g)	$296,84 + 245,3244x_1$	0,0006	0,9354

x₁ = concentração de ácido cítrico (%); x₂ = concentração de sorbato de potássio (%); e x₃ = razão polpa/açúcar.



(a)



(b)

FIGURA 2 Superfícies de respostas para pH e acidez titulável (AT) dos doces de goiaba.

O aumento da quantidade de açúcar e a redução de ácido utilizado nas formulações elevaram os teores açúcares não-redutores (Figura 3a). Em relação aos açúcares redutores, a menor concentração de sacarose ou maior teor de polpa e maior acidez, promoveu um tempo de cocção prolongado, permitindo uma maior inversão dos mesmos (Figura 3b) com conseqüente aumento dos açúcares redutores. Estudando o aproveitamento da polpa de umbu verde como alternativa para a produção de doces em massa com a utilização da proporção polpa:sacarose de 1:1, Policarpo et al. (2003) determinaram que a sacarose não esteve presente nos doces, pois, foi hidrolisada em meio ácido (pH = 3,0) e sob aquecimento. No presente estudo, ao final da cocção, a presença de sacarose foi maior do que a de glucose, significando um menor grau de hidrólise neste processo, o que é desejável para estabilidade física do doce. Segundo Jackix (1988), a porcentagem ótima de açúcar invertido está entre 35 a 40% dos açúcares totais. Um excesso de açúcares invertidos (50% dos sólidos totais) poderá resultar numa granulação de dextrose (glucose) no gel e a baixa inversão da sacarose poderá provocar cristalização. O aumento da concentração do ácido cítrico provocou uma elevação no teor de açúcares redutores (Figura 3b) e uma redução no teor de açúcares não-redutores (Figura 3a), confirmando que houve inversão da sacarose durante o processo de cocção.

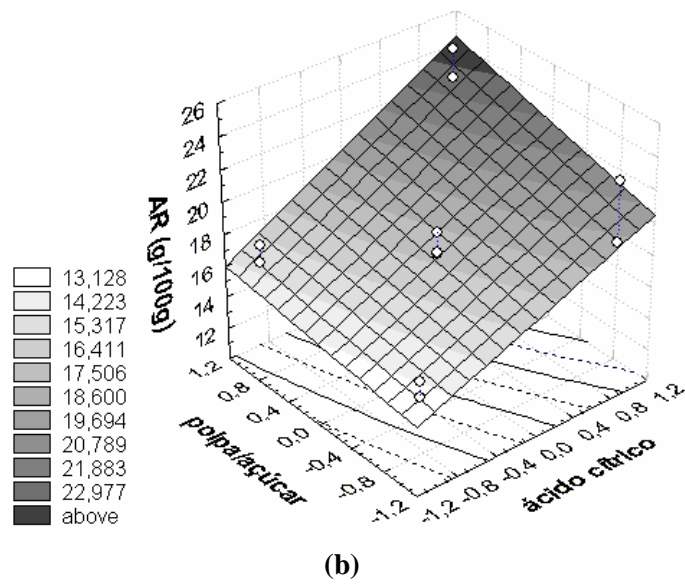
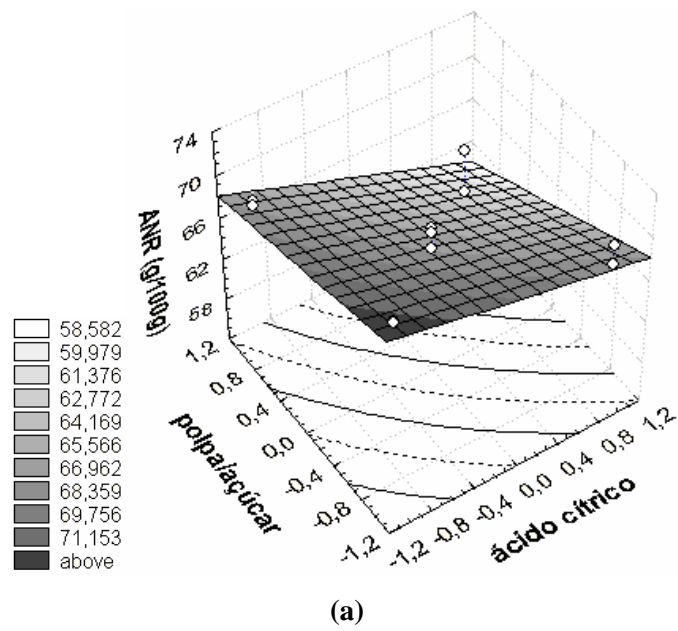


FIGURA 3 Superfícies de respostas para açúcares não-redutores (ANR) e açúcares redutores (AR) dos doces de goiaba.

Os doces que apresentaram maior porcentagem de açúcar em suas formulações resultaram em maior rendimento (Figura 4a), pois, a concentração de açúcar é um dos fatores que interfere na determinação do teor de sólidos solúveis estabelecido para indicar o término do processo de cocção, sendo esse resultado compatível com o de Albuquerque (1997) ao determinar em seus estudos que o tempo de geleificação é inversamente proporcional à concentração de açúcar. Assim, o aumento da adição de açúcar acarreta um menor tempo de cocção e menor evaporação de água.

A atividade de água diminuiu com o aumento da adição de açúcar (Figura 4b), pois, esse composto é altamente higroscópico, assim diminui o teor de água livre no alimento, a qual é utilizada para as reações deteriorativas. Torrezan et al. (1999), ao estudar o efeito da adição de solutos e ácidos em polpa de goiaba também verificaram que quanto maior a adição de sacarose, menor a atividade de água do sistema. Resultado semelhante foi relatado por Soares Júnior et al. (2003) e Policarpo et al. (2003) que avaliaram as características de doces em massa de manga e de umbu verde, respectivamente. De acordo com Franco & Landgraf (1996), a umidade relativa de doces de frutas é de 70 a 80% ou a_w 0,7 a 0,8. Assim, no processo de otimização do doce de goiaba é desejável que a atividade de água (a_w) encontre-se entre esses limites para garantir uma boa estabilidade física e microbiológica, evitando o crescimento de microrganismos e reações de escurecimento não enzimático.

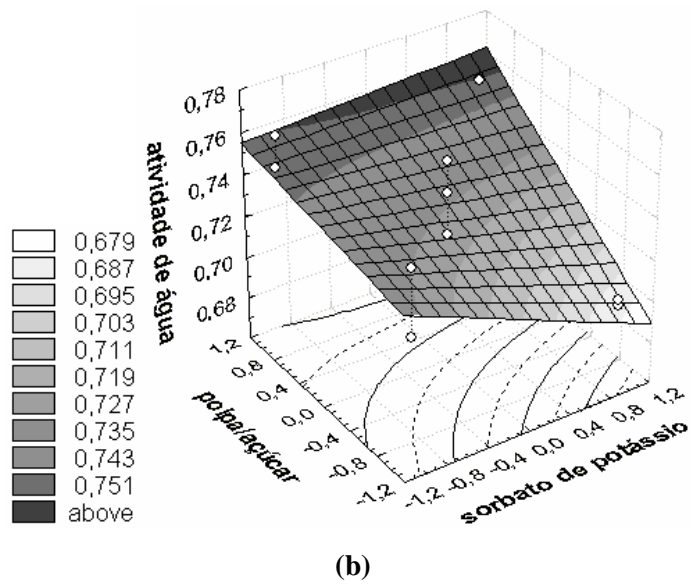
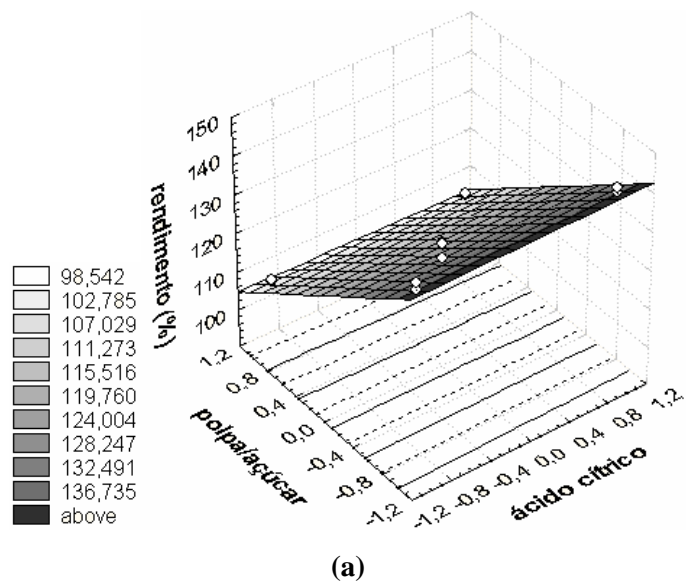
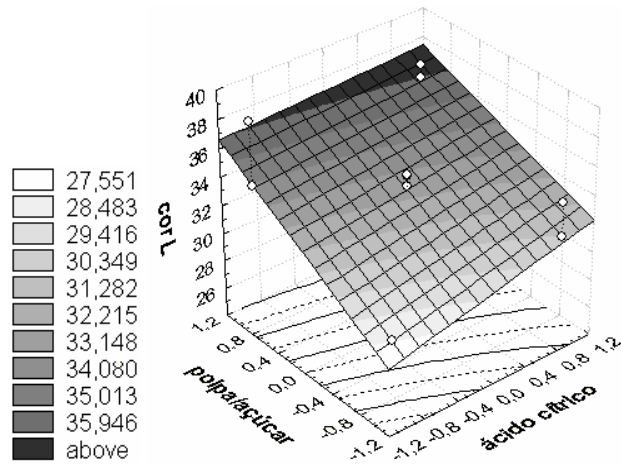


FIGURA 4 Superfícies de respostas para o rendimento e atividade de água (a_w) dos doces de goiaba.

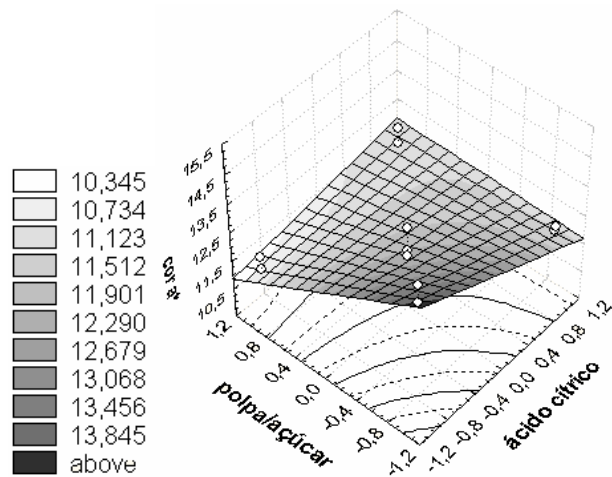
O aumento da porcentagem de açúcar ou a diminuição da adição de polpa, também contribuiu para uma diminuição da luminosidade dos produtos (Figura 5a) que, provavelmente, foi em decorrência de um maior escurecimento não enzimático como caramelização e reação de Maillard. De acordo com Maltini et al. (2003), existe uma relação direta entre a ocorrência da reação de Maillard (escurecimento não enzimático) e a atividade de água de alimentos de origem vegetal, sendo esta ocorrência benéfica, ou não, dependendo da característica final desejável para o produto. Em muitos casos tem sido observado um escurecimento máximo em atividade de água entre 0,3 e 0,7.

Em relação ao parâmetro de croma a^* , as análises mostraram um efeito linear negativo da razão polpa/açúcar (Tabela 3). Como já citado anteriormente, a maior concentração de polpa proporciona um maior tempo e temperatura de cocção, aos quais podem influenciar na degradação dos pigmentos carotenóides (licopeno) predominantes no produto que são responsáveis pela coloração vermelha. Viguera et al. (1999), em seus estudos sobre a influência do processamento sobre a cor de geléia de morango, determinaram que existe uma relação direta entre o aumento do tempo e a temperatura de cocção sobre a degradação da antocianina (pigmento polimérico responsável pela coloração vermelha do morango). Shi et al. (2003) também observaram que, embora a estabilidade do licopeno até 100°C (Sato et al. 2006), maiores temperaturas podem isomerizar e oxidar estes carotenóides, diminuindo a cor vermelha. Apesar de não apresentar-se significativo a $P \leq 0,05$ o coeficiente de regressão atribuído ao parâmetro linear para a variável ácido cítrico apresenta-se negativo (-0,8833) (Figura 5b), mostrando uma tendência desse fator sobre a diminuição da cor vermelha que pode também estar associada à degradação do licopeno pela diminuição do pH do meio. O efeito positivo da interação binária entre a concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar, porém proporcionou um aumento da coloração vermelha que, possivelmente, está relacionada à

influência associada desses fatores com a ruptura das membranas, liberando o licopeno e realçando a cor (Thompson et al., 2000; Dewanto et al., 2002).



(a)



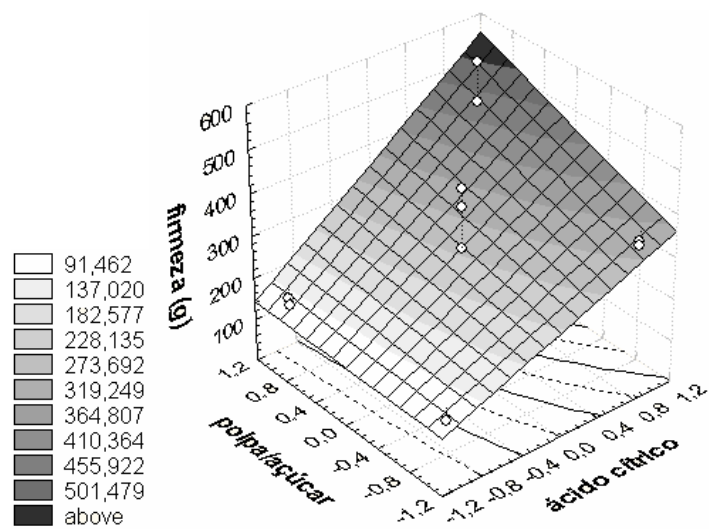
(b)

FIGURA 5 Superfícies de respostas para parâmetros de cor L e a* dos doces de goiaba.

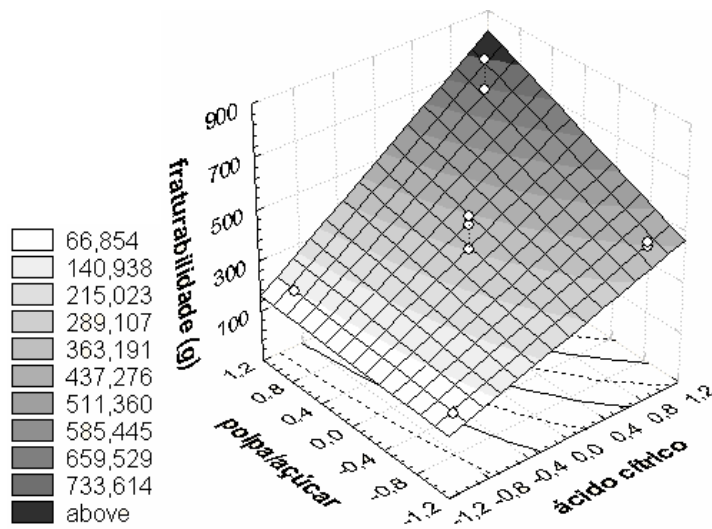
A adição de ácido cítrico teve influência sobre a firmeza dos doces, sendo que quanto maior a adição de ácido, maior a firmeza (Figura 6a). Soares Júnior et al. (2003), ao estudarem os perfis textuométricos de pares de amostras de doce de manga com teores de sólidos solúveis, de polpa e de pectina iguais observaram resultado semelhante. Esse fato pode ser atribuído à menor dissociação das carbonilas livres nas moléculas de pectina, o que diminui a repulsão intermolecular e favorece a formação de ligações cruzadas, essenciais para a formação do gel (Alikonis, 1979; Glicksman, 1969). Segundo Evangeliou et al. (2000), o xarope de glucose tem maior interação com a pectina, o que favorece a obtenção de géis mais rígidos por ligações intermoleculares de pectina. Assim, como no presente trabalho a adição de ácido cítrico aumentou os valores de açucares redutores, esse fato também pode ter contribuído para aumentar a firmeza dos doces. Resultados similares foram obtidos por Martins et al. (2007) e Policarpo et al. (2003). Raphaelides et al. (1996) observaram que monossacarídeos e suas misturas com sacarose formam géis mais rígidos que dissacarídeos.

Com o aumento da firmeza dos doces ocasionada pela adição de ácido cítrico também houve um aumento da fraturabilidade (Figura 6b). Os ensaios 6 e 8 (ambos com 50% de polpa e ausência de ácido cítrico) não apresentaram pico no primeiro ciclo de compressão que indicasse fratura dos doces. Segundo Tang et al. (1995), um gel que se fratura muito facilmente no ciclo de compressão é considerado mais quebradiço que o que rompe depois. Sendo assim, quanto maior a dureza do doce, maior a fratura ocasionada.

A redução de ácido cítrico levou ao aumento tanto da coesividade, como da adesividade (Figuras 6c e 6d) dos doces de goiaba. Um gel mais liso e mais difícil de desmanchar na boca, quando o produto é degustado, apresenta menor coesividade. Ao contrário do que acontece quando o gel é mais maciço e facilmente rompível.



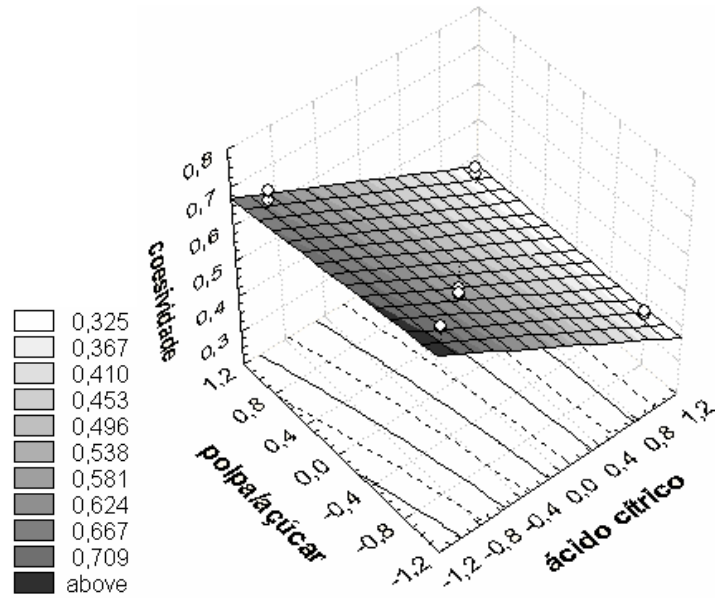
(a)



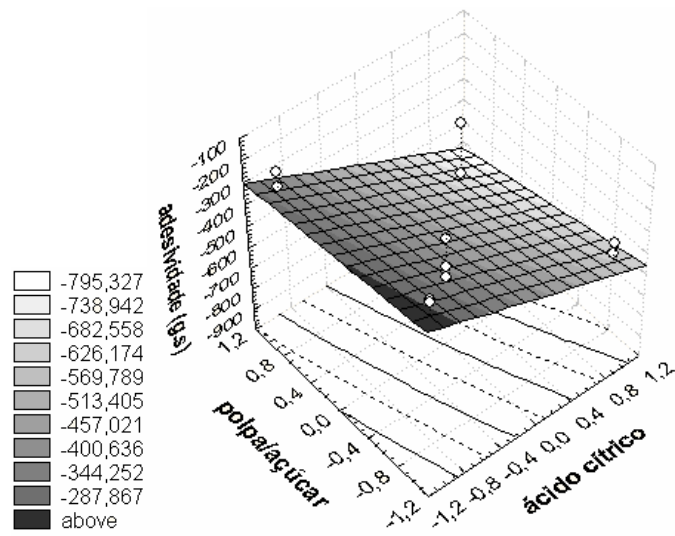
(b)

FIGURA 6 Superfícies de respostas para o Perfil de Textura (firmeza, fraturabilidade, coesividade e adesividade) dos doces de goiaba. (...continua...)

FIGURA 6, Cont.



(c)



(d)

Nenhuma das variáveis independentes estudadas apresentou influência significativa sobre a elasticidade dos doces, sendo esse um parâmetro que mede o quanto a estrutura original de uma amostra retorna após uma compressão original (Smewing, 2001). A elasticidade média dos doces estudados foi de 19,83.

6 CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a concentração de sorbato de potássio entre 0,05 e 0,1 % teve pouca influência sobre as respostas analisadas, exceto para o pH durante o processo de otimização. A razão polpa/açúcar e a concentração de ácido cítrico foram as variáveis mais relevantes nesse processo. Para obter doces firmes e de maior rendimento é necessário o aumento da concentração de ácido cítrico (0,5%) e diminuição da razão polpa/açúcar (50/50).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. P. Fatores que influenciam no processamento de geléias e geleadas de frutas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 1-8, jan./jun. 1997.

ALIKONIS, J. J. Starch and pectin jellies. In: BELLARDE, F. B. **Candy Technology**. Connecticut: AVI, 1979. Cap. 10, p. 109-118.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. **Compêndio de legislação dos alimentos: consolidação das normas e padrões para alimentos**. São Paulo: ABIA, 2001. 2 v.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemistry**. 11. ed. Washington, 1992. 115 p.

AZZOLINE, M. A.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A.; SCHIAVINATO, M. A. Ripening of 'Pedro Sato' guava: study on its climacteric or non-climacteric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v. 17, n. 3, p. 299-306, Sept. 2005.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, L. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 139-145, fev. 2004.

BOX, G. E. P.; DRAPER, N. R. **Empirical Model-Building and Response Surfaces**. New York: J. Wiley, 1987.

BRASIL. Resolução DRC nº 34 de 09 de março de 2001. Regulamento Técnico que aprova o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a Categoria de Alimentos 21: Preparações culinárias industriais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 de março de 2001.

DEWANTO, V.; WU, X. Z.; ADOM, K. K. LIU, R. H. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 10, p. 3010-3014, May 2002.

EVANGELIOU, V.; RICHARDSON, R. K.; MORRIS, E. R.; Effect of pH, sugar type and thermal annealing on high-methoxy pectin gels. **Food Chemistry**, Oxford, v. 73, n. 1, p. 85-91, feb. 2001.

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

GIESE, J. Fats, oils, and fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v. 50, n. 4, p. 78-83, Apr. 1996.

GLICKSMAN, M. **Gum technology in the food industry**. New York: Academic, 1969. p 159-189.

GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G. **Goiaba para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 35 p. (Publicações Técnicas FRUPEX; 20).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Ícone, 1988. p.85-158. 172 p.

JAY, J. M. **Modern Food Microbiology**. New York: Chapman & Hall, 1996.

MALTINI, E.; TORREGGIANI, D.; VENIR, E.; BERTOLO, G. Water activity and the preservation of plant foods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 82, n. 1, p. 79-86, July 2003.

MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; DELIZA, R.; CASTRO, F. T.; CAVALCANTE, N. de B. Características de doces em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p.1329-1333, set. 2007.

MATSUMO, H.; URITANE, I. Physiological behaviour of peroxidase enzymes in sweet potato root tissue injured by cutting or back root. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v. 13, n. 6, p. 1091-1101, June 1972.

MORI, E. E. M.; YOTSUANAGI, K.; FERREIRA, V. L. F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 105-110, jan./abr. 1998.

NASCIMENTO, M. R. F.; OLIVEIRA, L. F.; BORGES, S. V.; DELIZA, R. Características sensoriales, microbiológicas y físico-químicas de dulces em massa de cáscara de maracujá amarillo. **Alimentaria**, Madrid, v. 3, n. 347, p. 97-100, 1997.

PADILIA-ZAKOUR, O. ANDERSON, J.L. **Chemical food preservatives: benzoate & sorbate**. New York: Venture, 1998.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 16, n. 3, p. 209-216, Sept. 1987.

PEÇANHA, D. A.; NEVES, T. G.; VERRUMA-BERNARDI, M. R.; DELIZA, R.; ARAÚJO, K. G. L.; KAJISHIMA, S.; PINHEIRO, M. S. Qualidade Microbiológica, Físico-Químico e Sensorial de Goiabada Tipo Cascão Produzida na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 25-32, 2006.

POLICARPO, V. M.; ENDO, E.; FARIA, R. Q.; ANJOS, V.; BORGES, S. V.; GREGÓRIO, S. R.; CAVALCANTE, N. Efeito de aditivos sobre el color, textura y aceptación del dulce de umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) verde. **Alimentaria**, n. 346, p. 111-115, 2003.

RAPHAELIDES, S. N.; AMBATZIDOU, A.; PETRIDIS, D. Sugar Composition Effects on Textural Parameters of Peach Jam. **Journal Food Science**, Chicago, v. 61, n. 5, p. 942-946, Sept./Oct. 1996.

SATO, A. C. K.; SANJINÉZ-ARGANDONÁ, E. J.; CUNHA, R. L. The effect of addition of calcium and processing temperature in the quality of guava in syrup. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 41, n. 4, p.417-424, Apr. 2006.

SMEWING, J. Hidrocolóides. In: ROSENTHAL, A. J. **Textura de los alimentos: medida e percepción**. Zaragoza: Acribia, 2001. p. 273-290.

SOARES JÚNIOR, A. M.; MAIA, A. B. R. A.; NELSON, D. L. Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil de texturométrico do doce de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 76-80, jan./mar. 2003.

SOFOS, J. M.; BUSTA, F. F. Antimicrobial Activity of Sorbate. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 44, n. 8, p. 614-622, Aug. 1981.

TANG, Q.; MCCARTHY, O. J.; MUNRO, P. A. Effects of pH on whey protein concentrate gel properties: comparisons between small deformation (dynamic) and large deformation (failure) testing. **Journal of Texture Study**, Trumbull, v. 26, n. 3, p. 255-272, Sept. 1995.

TFOUNI, S. A. V.; TOLEDO, M. C. F. Determination of benzoic and sorbic acids in Brazilian food. **Food Control**, Oxford, v. 13, n. 2, p. 117-123, Mar. 2002.

THOMPSON, K. A.; MARSHALL, M. R.; SIMS, C. A. WEI, C. I. SARGENT, S. A.; SCOTT, J. W. Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 5, p. 791-795, Sept./Oct. 2000.

TORREZAN, R.; JARDINE, J. G.; VITALI, A. A. Efeito da adição de solutos e ácidos em polpa de goiaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 43-45, 1999.

VIGUERA, C. G.; ZAFRILLA, P.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Influence of processing and storage conditions in strawberry jam color. **Food Science and Technology International**, Madison, v. 5, n. 6, p. 487-492, Dec. 1999.

WHITAKER, J. R. Effect of temperature on enzyme-catalysed reactions, In: **Principes of enzymology for the food science**. New York: Marcel Dekker, 1972. p. 319-349.

WILLE, G. M. F.C.; de MACEDO, R. E. F.; MASSON, M. L.; STERTZ, S. C.; CELLUPI NETO, R.; LIMA, J. M. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (*Pssidium acutangulum D. C.*) para pequeno produtor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1360-1366, nov./dez. 2004.

CAPÍTULO 3

**OTIMIZAÇÃO DE DOCE DE GOIABA (*Psidium guajava*, L.)
UTILIZANDO TESTE DE ACEITAÇÃO, METODOLOGIA DE
SUPERFÍCIE DE RESPOSTA E MAPA DE PREFERÊNCIA**

1 RESUMO

MENEZES, Camila Carvalho. Otimização de doce de goiaba (*Psidium guava*, L.) utilizando teste de aceitação, metodologia de superfície de resposta e mapa de preferência. In: _____. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento.** 2008. Cap. 3, p. 55-81. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial do processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Este estudo objetivou otimizar a formulação do doce de goiaba, através das respostas sensoriais dos consumidores obtidas pelo teste de aceitação. As análises dos resultados foram realizadas a partir da análise de superfície de resposta, análise de componentes principais e mapa de preferência. A metodologia de superfície de resposta, por si só, não foi suficiente para encontrar uma formulação ótima para a elaboração do doce de goiaba. Por meio da análise de componentes principais e do mapa de preferência, verificou-se maior aceitabilidade dos tratamentos com maior teor de açúcar e de ácido cítrico, sendo essa influenciada pela doçura, aparência e textura dos doces.

Palavras-chave: teste de aceitação, componentes principais, mapa de preferência, superfície de resposta.

*Comitê orientador: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Orientadora), Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA (Co-orientador), Prof. Dr. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-orientador) e Prof. Dra. Ana Carla Márquez Pinheiro – DCA/UFLA (Co-orientadora).

2 ABSTRACT

MENEZES, Camila Carvalho. Optimization of guava preserve (*Psidium guava*, L.) utilizing an acceptance test, response surface methodology and preference map. In: _____. **Optimization and evaluation of the presence of potassium sorbate and packages on guava preserve during storage**. 2008. Chap. 3, p.55-81. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

The determination of the acceptance by the consumer is a vital part of the process of development or improvement of products. This study aimed to optimize the formulation of guava preserve through the sensorial responses of consumers obtained by acceptance test. The analyses of the results were performed from the response surface analysis, main component analysis and preference map. The response surface methodology, by itself, was not enough to find a optimum formulation for the making of guava preserve. By means of the main component analysis and preference map, increased acceptability of the treatments with a higher content of sugar and citric acid was found, this being influenced by sweetness, appearance and texture of the preserves.

Key words: acceptance test, main components, preference map, response surface.

*Guidance Committee: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Adviser), Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA (Co-adviser), Prof. Dr. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-adviser) e Profa. Dra. Ana Carla Márquez Pinheiro – DCA/UFLA (Co-adviser).

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de goiaba (*Psidium guajava*, L.). A goiaba mais cultivada neste país é a cultivar Pedro Sato que é a preferida no mercado nacional (Azzoline et al., 2005).

A goiabada ou doce em massa de goiaba deve ter cor característica do produto, variando de vermelho amarelado a vermelho amarronzado, odor e sabor característicos que lembrem a goiaba, aparência gelatinosa e sólida, permitindo corte (Mori et al., 1998).

A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos (Chaves & Sproesser, 1993). Em indústrias alimentícias modernas, há muito tempo, têm sido utilizados testes sensoriais com consumidor em projetos para o desenvolvimento de novos produtos e na otimização de processos existentes (Galvez et al., 1990; Mudahar et al., 1990, Bastos et al., 1991; Chang et al., 1998; Floros & Chinnan, 1988).

Para analisar os resultados, existem várias metodologias estatísticas. A metodologia de superfície de resposta (RSM) é utilizada como modelo das respostas dos consumidores, gerando equações preditivas com correlações entre a resposta do consumidor e as variáveis estudadas no processo. Essas equações preditivas (modelos) podem ser usadas para otimizar processos e para estimar a expectativa da resposta dos consumidores para combinações de fatores não diretamente testados (Moskowitz, 1994).

Os dados da aceitação podem ser analisados por técnicas estatísticas univariadas, assumindo-se o critério de que a aceitabilidade dos consumidores seja homogênea, o que implica que os valores obtidos desta forma podem não refletir a média real. Por esta razão, a variabilidade individual dos dados deve,

também, ser considerada e a estrutura dos dados analisados (Cardello & Faria, 2000). Tais análises podem ser realizadas pelo método estatístico denominado Mapa de Preferência. Schlich (1995) define “Mapa de Preferência” como um conjunto de procedimentos estatísticos, baseados em análises de componentes principais (ACP), análise de agrupamentos e regressão polinomial múltipla, que auxiliam na verificação da aceitabilidade de um produto. Qualquer tipo de indústria, onde a percepção sensorial humana de produtos esteja envolvida, poderá usar essa técnica.

Ferreira (1996) define a ACP como a explicação da estrutura de covariâncias por meio de poucas combinações lineares das variáveis originais e com objetivo de reduzir a dimensão original e de facilitar a interpretação das análises reduzidas.

Normalmente, na construção de mapas de preferência externos, a nota hedônica dos consumidores é conjuntamente analisada com o resultado da análise descritiva dos produtos feita por provadores treinados ou instrumentos (análises químicas, físicas e físico-químicas). Em alguns estudos, entretanto, os consumidores são chamados a avaliar atributos sensoriais (Ferreira et al., 2003; Mori et al., 1998). Como consumidores são, na maioria das vezes, pouco precisos e viesados, tais dados são geralmente pouco valorizados. Consegue-se, contudo, uma redução considerável no custo da pesquisa com tal procedimento (Lanchote, 2007).

Este estudo objetivou otimizar a formulação de doce de goiaba através das respostas sensoriais dos consumidores obtidas pelo teste de aceitação utilizando RSM, ACP e Mapa de Preferência.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

Foi utilizado um planejamento fatorial 2^3 completo (níveis ± 1) e 3 repetições no ponto central (nível 0). A razão polpa/açúcar e as concentrações de ácido cítrico e sorbato de potássio em relação à polpa foram estabelecidas como variáveis independentes. Os níveis de variação das variáveis independentes foram estabelecidos de acordo com dados da literatura e de pré-testes realizados (Tabela 1).

TABELA 1 Variáveis independentes e níveis de variação.

Variáveis independentes	Níveis de variação		
	-1	0	+1
Ácido cítrico (%)	0,00	0,25	0,50
Sorbato de potássio (%)	0,00	0,05	0,10
Polpa/açúcar (g/g)	50/50	55/45	60/40

4.2 Processamento dos doces

Foram empregadas goiabas maduras da cultivar 'Pedro Sato', em estágio avançado de maturação, adquiridas de produtores da Associação dos Fruticultores de Lavras (FRUTILAVRAS), safra 2007, sendo armazenadas sob refrigeração ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) até seu processamento. Os ingredientes utilizados foram: açúcar tipo cristal (comercial), ácido cítrico monoidratado (grau comercial NUCLEAR), pectina cítrica de alto grau de metoxilação (grau comercial

VETEC) e sorbato de potássio (grau comercial VETEC). No fluxograma, apresentado na Figura 1, estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

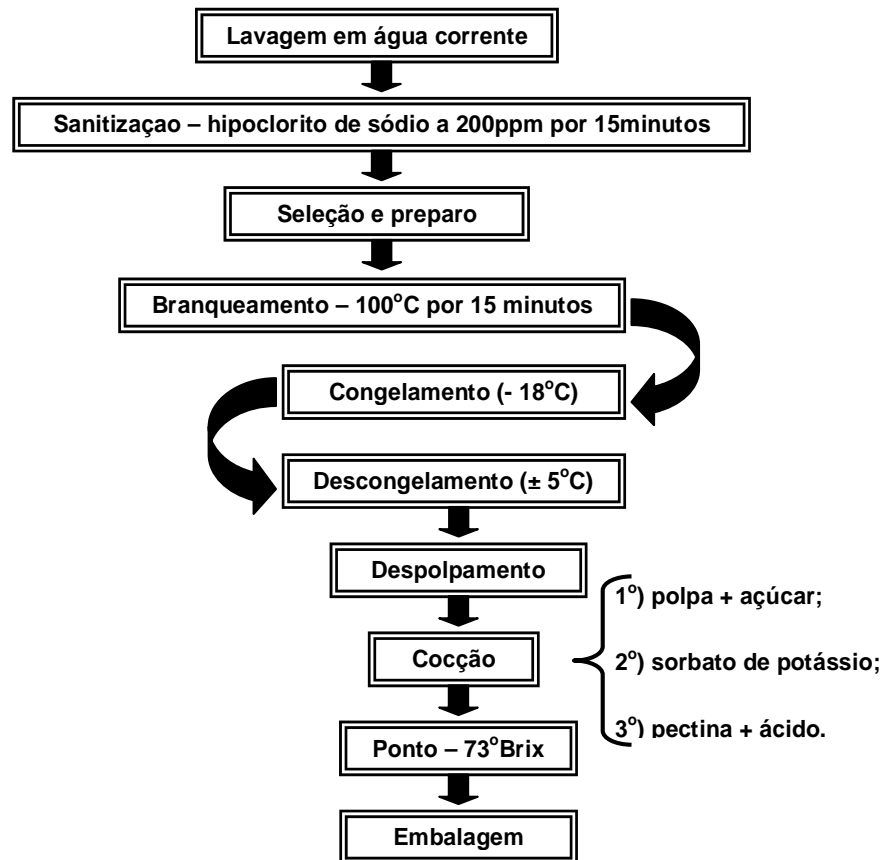


FIGURA 1 Fluxograma de produção do doce de goiaba.

Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200mg.L⁻¹ por 15 minutos, selecionados, branqueados para a inativação das enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático

(100°C, por 5 minutos), acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade e congelados a -18°C para posterior processamento dos doces de goiaba. Para determinar o binômio tempo x temperatura utilizado no branqueamento, realizou-se a análise de atividade da peroxidase, segundo Matsumo & Uritane (1972). O tratamento térmico a 100°C por 5 minutos foi suficiente para inativação total dessa enzima que, por ser uma das enzimas de maior estabilidade térmica presente em frutas e vegetais, é muito utilizada como indicador de branqueamento e outros processamentos térmicos envolvendo tais alimentos (Whitaker, 1972).

As goiabas congeladas por 3 dias foram descongeladas em geladeira ($\pm 5^\circ\text{C}$), no dia anterior ao despulpamento e despolpadas em despolpadeira elétrica (peneira de diâmetro de 0,6mm). O doce foi processado em tacho aberto de aço inoxidável, após adição da polpa e do açúcar. A pectina (0,5% em relação à polpa em todos os tratamentos) e o ácido cítrico foram incorporados ao doce ao final do processo de cocção para evitar a degradação da pectina devido à acidez e à alta temperatura. O sorbato de potássio foi adicionado ao doce dissolvido em uma porção de polpa (em média, quatro partes de polpa para uma de sorbato) quando o doce apresentou concentração em torno de 50°Brix. As diferentes formulações dos doces (Tabela 2) permaneceram sob cocção até atingirem um teor de sólidos solúveis de 73°Brix. Após o término do processo, os doces foram armazenados em potes de polipropileno, sendo que o enchimento foi feito à quente. Os doces foram resfriados à temperatura ambiente.

TABELA 2 Tratamentos dos doces de goiaba.

Formulações	<i>Ingredientes</i>				
	Polpa (%)	Açúcar (%)	Sorbato de potássio (%)	Ácido cítrico (%)	Pectina (%)
1	60,0	40,0	0,10	0,50	0,50
2	50,0	50,0	0,10	0,50	0,50
3	60,0	40,0	0,00	0,50	0,50
4	50,0	50,0	0,00	0,50	0,50
5	60,0	40,0	0,10	0,00	0,50
6	50,0	50,0	0,10	0,00	0,50
7	55,0	45,0	0,00	0,00	0,50
8	55,0	45,0	0,00	0,00	0,50
9	55,0	55,0	0,05	0,25	0,50

4.3 Teste de aceitação

Setenta e cinco consumidores, residentes na cidade de Lavras – MG e na sua maioria, estudantes, funcionários ou professores da Universidade Federal de Lavras responderam a um questionário de recrutamento (Figura 2). De acordo com os resultados do questionário, foram selecionados 44 consumidores com base na frequência de consumo de doce de goiaba para participarem da avaliação sensorial.

QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO

O laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciências dos Alimentos/UFLA está realizando uma pesquisa a respeito da qualidade de doces de goiaba. Se você deseja participar dessa pesquisa, por favor, preencha este questionário e o entregue para responsável pelo projeto.

1. Nome: _____
2. Telefone para contato: _____
3. e-mail: _____
4. Disponibilidade para realizar os testes (dias da semana e horários):

Sexo: masculino feminino

5. Idade:
20 – 29 30 – 39 40 – 49 50 – 59 60 -69 acima de 70
6. Grau de instrução:
1º grau 2º grau superior incompleto superior completo pós-graduação
7. Profissão: _____
8. Qual a sua renda familiar mensal?
1 a 5 salários mín. 5 a 10 salários mín. 10 a 20 salários mín.
> 20 salários mín.
9. Quem faz as compras de supermercado na sua casa?
você mesmo outros: _____
10. Qual a frequência de consumo de doce de goiaba?
Diariamente
1 vez/semana
1 vez/mês
2 vezes/mês
eventualmente
não consome

FIGURA 2 Questionário para recrutamento dos provadores.

As 11 amostras de doce de goiaba (Tabela 2) foram servidas monadicamente em três sessões e na forma balanceada para minimizar o efeito da ordem de apresentação e o efeito que uma amostra exerce na avaliação da próxima (Walkeling & McFie, 1995), seguindo o delineamento em blocos completos balanceados. O teste foi realizado em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da

Universidade Federal de Lavras. Os provadores receberam um cubo com 2x2x2 cm de cada amostra, à temperatura ambiente, em copos plásticos descartáveis codificados com números de três dígitos.

As amostras foram avaliadas quanto à aceitação em relação aos atributos de aparência, cor, doçura, gosto de goiaba, textura e impressão global (Figura 3), utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos, variando entre os termos hedônicos “desgostei extremamente (escore 1)” e “gostei extremamente (escore 9)”.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE DOCE EM MASSA DE GOIABA																	
<i>Nome:</i> _____ <i>Data:</i> _____																	
Por favor, avalie segundo a escala abaixo e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto em relação aos atributos aparência, cor, gosto de goiaba, doçura, textura e impressão global. Lave a boca antes e entre cada amostra.																	
1 – desgostei extremamente 2 – desgostei muito 3 – desgostei moderadamente 4 – desgostei ligeiramente 5 – não gostei nem desgostei 6 – gostei ligeiramente 7 – gostei moderadamente 8 – gostei muito 9 – gostei extremamente	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Atributos:</th> <th style="text-align: left;">Amostra n°:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Aparência</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Cor</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Gosto de goiaba</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Doçura</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Textura</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Impressão global</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Atributos:	Amostra n°:		_____	Aparência		Cor		Gosto de goiaba		Doçura		Textura		Impressão global	
Atributos:	Amostra n°:																

Aparência																	
Cor																	
Gosto de goiaba																	
Doçura																	
Textura																	
Impressão global																	
COMENTÁRIOS: _____																	

FIGURA 3 Ficha de avaliação utilizada para o teste de aceitação.

4.4 Análise estatística dos resultados

4.4.1 Metodologia de Superfície de Resposta

Para cada tratamento foram avaliadas as variáveis dependentes (escores de aceitação para os atributos sensoriais) e os dados foram submetidos à análise de regressão. Foram ajustados os modelos de regressão de primeira ordem, contendo termos lineares e as interações binárias das três variáveis independentes (x_1 , x_2 e x_3). A análise de variância (ANAVA) foi aplicada para testar a adequação dos modelos, onde se observou a significância da regressão pelo teste F e pelo coeficiente de determinação (Barros Neto et al., 1995). Para construir as superfícies de respostas utilizaram-se os modelos lineares completos e as variáveis independentes que não aparecem nos gráficos de superfície foram fixadas em seus respectivos pontos centrais.

4.4.2 Análise de Componentes Principais e Mapa de Preferência

As médias dos escores de aceitação em relação aos parâmetros de aparência, cor, gosto de goiaba, doçura e textura de cada consumidor foram analisadas por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). Para a realização desse procedimento, os dados foram organizados em uma matriz, em que as amostras foram dispostas em linhas e a média dos escores de aceitação em colunas. Optou-se pela matriz de covariância, porque utilizou-se o mesmo tipo de escala para todos os parâmetros avaliados, não havendo, portanto, necessidade de padronização das variáveis (Reis et al., 2006).

O Mapa de Preferência foi gerado através do ajuste de uma regressão polinomial dos escores de aceitação, quanto à impressão global de cada consumidor individual (Y_i , $i = 1, \dots, 44$), em função das variáveis X_1 e X_2 (componentes principais 1 e 2), utilizando o modelo vetorial, o qual consiste em uma regressão linear múltipla de Y_i em X_1 e X_2 como mostra a Equação 1 (Schlich, 1995).

$$Y_i = a + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} \quad (1)$$

onde:

Y_i = escore de aceitação quanto à impressão global para o i -ésimo consumidor;

X_{1i} = escore do componente principal 1 para o i -ésimo consumidor;

X_{2i} = escore do componente principal 2 para i -ésimo consumidor;

a = intercepto;

b_k = coeficientes de regressão do modelo ($k = 1,2$).

Determinou-se, também, a preferência ($X_1.X_2$) de cada tratamento por meio da equação 2, sendo que os resultados obtidos correspondem à porcentagem de consumidores que preferem o produto (j) com coordenadas X_{1j} e X_{2j} sobre o Mapa Sensorial em relação à impressão global.

$$Pref(X_{1j}.X_{2j}) = 100 * \frac{\sum_{j=1}^n c_j(X_{1j}.X_{2j})}{n} \quad (2)$$

onde:

X_{1j} = escore do componente principal 1 para o j -ésimo tratamento;

X_{2j} = escore do componente principal 2 para o j -ésimo tratamento;

n = número de consumidores;

j = número de tratamentos (1, ..., 9);

c_i = coordenada de cada tratamento j em relação à cada consumidor individual,

sendo:

$c_j(X_{1j}.X_{2j}) = 1$, se $f_i(X_{1j}.X_{2j}) \geq$ média geral dos escores obtidos;

$c_j(X_{1j}.X_{2j}) = 0$, se $f_i(X_{1j}.X_{2j}) <$ média geral dos escores obtidos.

Para facilitar o entendimento e discussão dos resultados, o gráfico de dispersão das amostras foi plotado sobre o mapa de preferência.

Também foi gerado um gráfico de correlação, por meio da correlação dos dados de aceitação em relação aos atributos sensoriais de aparência, cor, doçura, gosto de goiaba e textura com os dois primeiros componentes principais.

Utilizou-se o pacote *SensoMineR* presente no Programa Estatístico R (R, 2007) para a análise dos resultados (Husson & Lê, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização dos consumidores

Dos quarenta e quatro provadores que fizeram o teste de aceitação, 73% eram do sexo feminino, 52% tinham idade entre 20 e 29 anos e 77% possuíam renda familiar de 1 a 10 salários mínimos. De acordo com a Figura 4, não houve muita variabilidade em relação ao consumo de doce de goiaba por homens e mulheres, sendo que 47% das mulheres e 42% dos homens consomem o produto eventualmente.

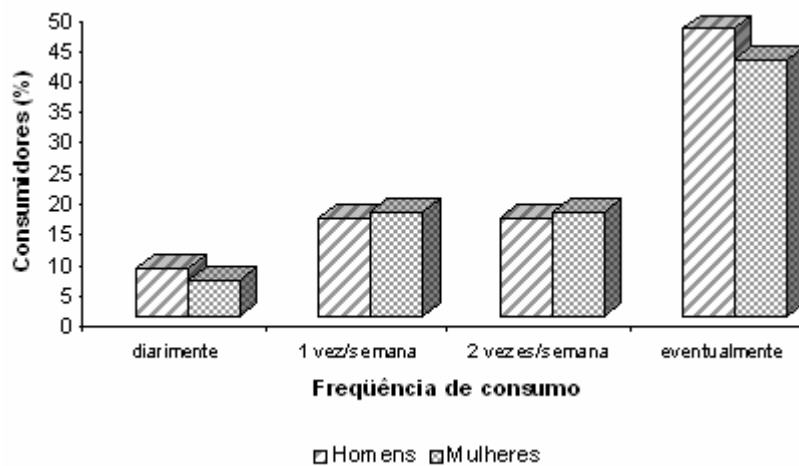


FIGURA 4 Frequência de consumo de doce de goiaba pelos provadores.

5.2 Otimização por Metodologia de Superfície de Resposta

Como pode ser visto na Tabela 3, os parâmetros lineares (sorbato de potássio e ácido cítrico) e as interações ácido cítrico x polpa/açúcar e sorbato de potássio x polpa/açúcar influenciaram significativamente ($P \leq 0,05$) na aceitabilidade das amostras em relação ao atributo (variável dependente) gosto de goiaba.

Nos demais atributos sensoriais não se observou efeito significativo dos parâmetros, ou seja, a variação dos fatores concentração de ácido cítrico, concentração de sorbato de potássio e razão polpa/açúcar e suas interações não influenciaram na aceitação da aparência, cor, gosto de goiaba, doçura e textura. O efeito linear do ácido cítrico para a variável dependente gosto de goiaba, de natureza negativa, indica uma redução nessa variável dentro dos limites de adição de ácido cítrico estudados nesse experimento, contribuindo para a diminuição da aceitabilidade pelo gosto de goiaba. O contrário acontece com a variável sorbato de potássio. Possivelmente, a aceitação das amostras em relação ao atributo gosto de goiaba no doce seja atribuída ao aumento do pH e pela diminuição da acidez dos tratamentos, pois, nota-se que a adição de sorbato de potássio no alimento, normalmente, ocasiona um aumento do pH em aproximadamente 0,1 a 0,5 unidades de pH dependendo da quantidade, pH e tipo de produto (Padilla-Zakour & Anderson, 1998).

TABELA 3 Estimativa dos efeitos e dos coeficientes de regressão para avaliação das variáveis aparência, cor, gosto de goiaba, doçura, textura e impressão global das variáveis codificadas.

Atributos sensoriais	Fator	Efeito	Coefficiente de regressão	P
Aparência	Média	6,72	6,72	0,00
	Ácido	0,28	0,14	0,15
	Sorbato	0,12	0,06	0,45
	Polpa/açúcar	-0,08	-0,04	0,60
	Ácido *Sorbato	0,24	0,12	0,19
	Ácido*Polpa/Açúcar	-0,18	-0,09	0,31
	Sorbato*Polpa/Açúcar	-0,10	-0,05	0,55
Cor	Média	6,93	6,93	0,00
	Ácido	-0,34	-0,17	0,08
	Sorbato	0,14	0,07	0,37
	Polpa/açúcar	-0,12	-0,06	0,43
	Ácido *Sorbato	0,04	0,02	0,79
	Ácido*Polpa/Açúcar	0,10	0,05	0,55
	Sorbato*Polpa/Açúcar	-0,24	-0,12	0,18
Gosto de goiaba	Média	6,79	6,79	0,00
	Ácido	-0,18	-0,09	0,00
	Sorbato	0,12	0,06	0,01
	Polpa/açúcar	0,04	0,02	0,17
	Ácido *Sorbato	0,04	0,02	0,17
	Ácido*Polpa/Açúcar	0,12	0,06	0,01
	Sorbato*Polpa/Açúcar	-0,20	-0,10	0,02
Doçura	Média	6,69	6,69	0,00
	Ácido	-0,14	-0,07	0,47
	Sorbato	0,20	0,10	0,33
	Polpa/açúcar	0,10	0,05	0,59
	Ácido *Sorbato	0,16	0,08	0,41
	Ácido*Polpa/Açúcar	-0,20	-0,10	0,33
	Sorbato*Polpa/Açúcar	-0,24	-0,12	0,25
Textura	Média	6,56	6,56	0,00
	Ácido	0,58	0,29	0,07
	Sorbato	0,06	0,03	0,81
	Polpa/açúcar	-0,24	-0,12	0,34
	Ácido *Sorbato	0,32	0,16	0,23
	Ácido*Polpa/Açúcar	-0,50	-0,25	0,10
	Sorbato*Polpa/Açúcar	-0,18	-0,09	0,48
Impressão global	Média	6,71	6,71	0,00
	Ácido	0,10	0,05	0,69
	Sorbato	0,12	0,06	0,65
	Polpa/açúcar	-0,04	-0,02	0,86
	Ácido *Sorbato	0,20	0,10	0,45
	Ácido*Polpa/Açúcar	-0,30	-0,15	0,26
	Sorbato*Polpa/Açúcar	-0,10	-0,05	0,72

As formas das curvas de níveis da Figura 5 indicam a possível existência de um ponto estacionário fora da região experimental (outlier). Assim, uma simples análise visual poderia ocasionar uma interpretação indesejável, sendo necessária a aplicação de outra metodologia estatística para encontrar um valor ótimo mais próximo dos limites da região experimental (como o método Ridge). Em virtude dessa ocorrência e, juntamente com os resultados não significativos das estimativas da maioria dos parâmetros do modelo de superfície de resposta (Tabela 3), optou-se, nesse trabalho, por utilizar a técnica de estatística multivariada de análise de componentes principais e mapa de preferência para otimizar as condições ideais para a elaboração do doce de goiaba levando-se em consideração os escores individuais de cada consumidor.

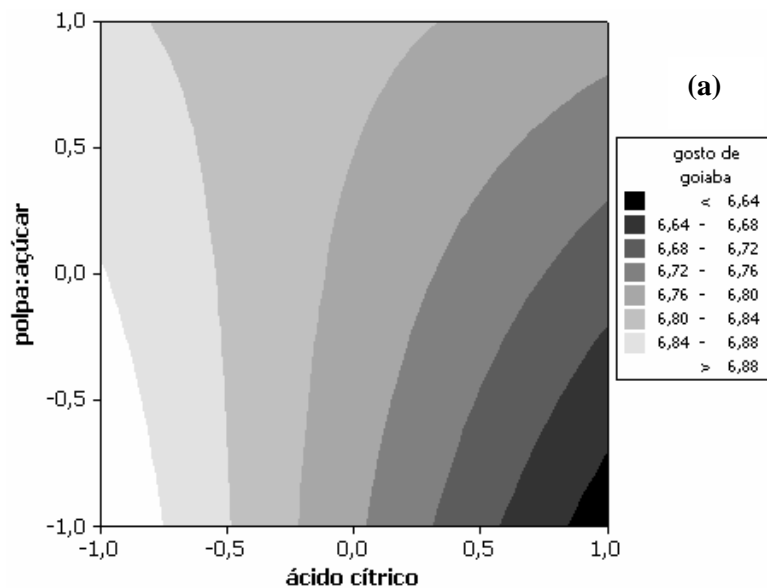
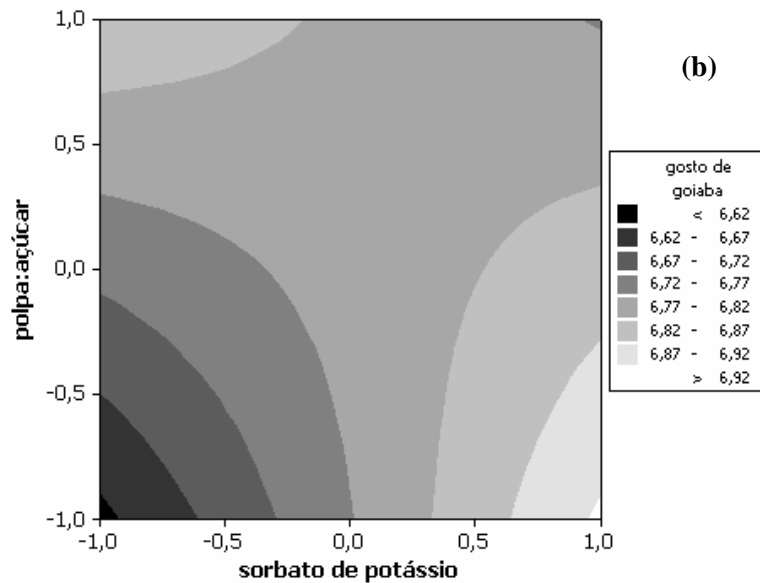


FIGURA 5 Superfície de contorno para a variável “gosto de goiaba”. As variáveis que não apareceram nos gráficos foram fixadas nos seus respectivos pontos centrais. (...continua...)

FIGURA 5, Cont.



5.3 Análise de Componentes Principais e Mapa de Preferência

Observa-se na Figura 6 que os dois componentes obtidos explicam, aproximadamente, 87% da variação total. Esse resultado revela que a representação dos dados em um gráfico de duas dimensões está adequada, pois, 87% variação total dos dados de aceitação, quanto aos atributos sensoriais de aparência, cor, gosto de goiaba, doçura e textura é explicada pelos dois primeiros componentes principais.

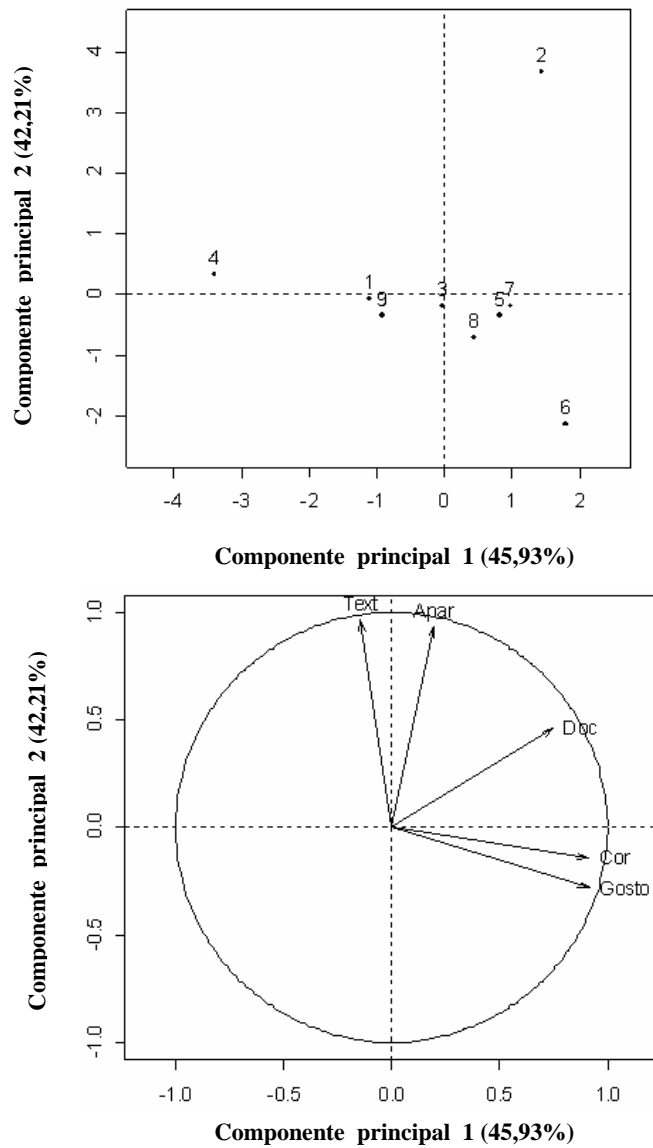


FIGURA 6 Análise de componentes principais e círculo de correlação referente aos escores de aceitação dos 9 tratamentos de doce de goiaba.

*Tratamento 9: média dos valores de aceitação obtidas pelos tratamentos 9, 10 e 11.

A separação espacial dos tratamentos plotada sobre o mapa de preferência (Figura 7) mostrou que o tratamento 2 foi o preferido em relação à impressão global, uma vez que se encontra na região de preferência em que cerca de 80% dos provadores consideram que a amostra apresentou escores de aceitação acima da média. Assim, podemos verificar que os consumidores preferiram o doce com maior concentração de açúcar e de ácido.

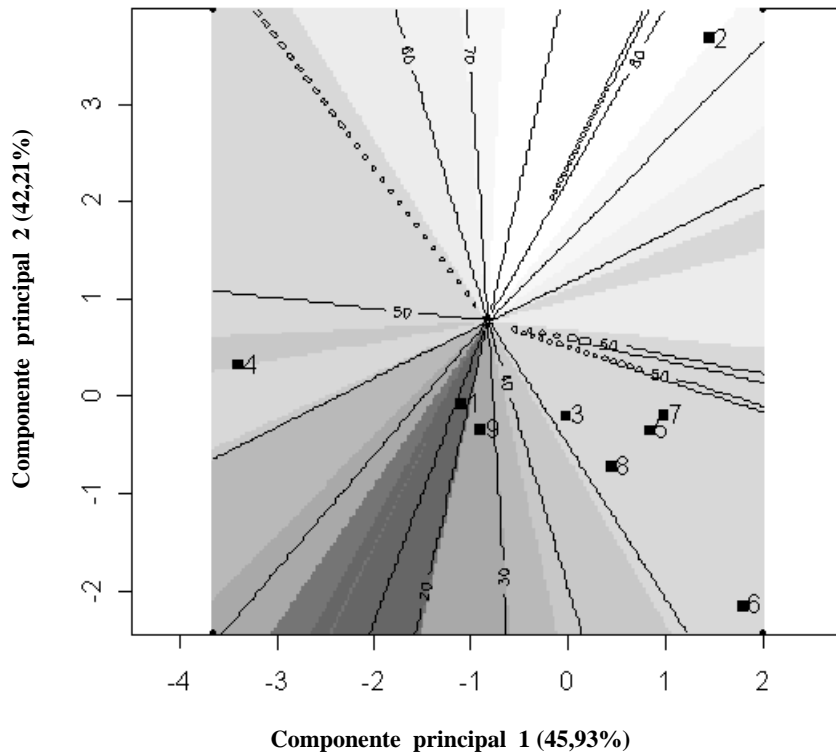


FIGURA 7 Mapa de preferência dos 9 tratamentos de doce de goiaba.

*Tratamento 9: média dos valores de aceitação obtidas pelos tratamentos 9, 10 e 11.

O círculo de correlação (Figura 6) indicou que a aceitação do tratamento 2 foi mais influenciada pelos atributos sensoriais de doçura, aparência e textura. Isso também pode ser verificado ao analisar as médias dos escores de aceitação (Tabela 4) que mostram que o tratamento 2 obteve uma média de notas em relação à doçura, aparência e textura compreendidas entre 7 e 8, ou seja, entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito” e os demais tratamentos tiveram suas médias entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente).

TABELA 4 Médias dos escores de aceitação do doce de goiaba em massa em relação à aparência, cor, doçura, gosto de goiaba e textura.

Atributos sensoriais	<i>Médias dos escores de aceitação* atribuídos aos tratamentos</i>								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Aparência	6,77	7,39	6,73	6,66	6,66	6,43	6,64	6,68	6,45
Cor	6,66	7,09	6,86	6,50	7,02	7,34	7,00	7,14	6,61
Doçura	6,43	7,07	6,61	6,16	6,91	6,55	6,82	6,57	6,73
Gosto de goiaba	6,75	6,82	6,82	6,43	6,80	7,05	6,91	6,80	6,73
Textura	6,41	7,50	6,36	6,77	6,16	5,93	6,45	6,18	6,48

* de 44 consumidores.

Os resultados mostram que, apesar do tratamento 2 ter sido preferido pelos consumidores, os demais também obtiveram boa aceitação uma vez que seus respectivos escores de aceitação encontraram-se compreendidos entre 6

(gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente) em todos os atributos de aceitação avaliados (Tabela 4).

De acordo com Yukinori et al. (2004), a funcionalidade da pectina é dependente do tamanho molecular, do grau de metoxilação, pH e força iônica. Assim, os doces que não tiveram adição de ácido (5,6,7 e 8) não atingiram ponto de corte, confirmando a importância desse aditivo para adequar o pH do doce, permitindo uma boa atuação da pectina para a formação do gel. Apesar de não apresentar significativo a $P \leq 0,05$, o coeficiente de regressão atribuído ao parâmetro linear para a variável ácido cítrico apresenta-se positivo (Tabela 3), mostrando uma tendência desse fator sobre o aumento da aceitabilidade em relação à textura. Os demais tratamentos (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9) apresentaram porcentagem de preferência abaixo (entre 30% e 50%) da preferência atribuída ao tratamento 2 (80%) de acordo com o Mapa de Preferência (Figura 7).

6 CONCLUSÃO

Neste estudo, a metodologia de superfície de resposta, por si só, não foi suficiente para encontrar uma formulação ótima para a elaboração do doce de goiaba. Por meio do mapa de preferência e do círculo de correlação, verificou-se maior aceitabilidade dos tratamentos com maior teor de açúcar e de ácido cítrico, sendo essa influenciada pela doçura, aparência e textura dos doces.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZZOLINE, M. A.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A.; SCHIAVINATO, M. A. Ripening of 'Pedro Sato' guava: study on its climacteric or non-climacteric nature. **Brazilian of Journal Plant Physiology**, Pelotas, v. 17, n. 3, p.299-306, Sept. 2005.

BARRS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 1995. 299 p.

BASTOS, D. H. M.; DOMENECH, C. H.; AREAS, J. A. G. optimization of extrusion cooking of lung proteins surface methodology. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 51, n. 4, p. 988-993, Aug. 1991.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise de aceitação de aguardente de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 32-36, jan./mar. 2000.

CHANG, Y. K.; SILVA, M. R.; GUTKOSKI, L. C.; SEBIO, L.; DA SILVA M. A. A. P. Development of extruded snacks using jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart) flour and cassava starch blends. **Journal Food Agriculture, London**, v. 78, n. 1, p. 59-66, Jan. 1998.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 81 p.

FERREIRA, D. F. **Análise multivariada**. Lavras: UFLA/DEX, 1996. p. 223-150. Apostila

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S.; BASSLER, T. C. Terminologia descritiva para análise sensorial de tomate de mesa. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 7-12, 2003.

FLOROS, J. D.; CHINNAN, M. S. Seven factores response surface optimization of double-stage lye (NaOH) peeling process for pimiento peppers. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 2, p. 631- 638, Mar./Apr. 1988.

GALVEZ, F. C. F.; RESURRECCION, A.V.A.; KOEHLER, P.E. Optimization of processing of peanut beverage. **Journal of Sensory Study**, v. 5, p. 220-237, 1990.

HUSSON, F.; LÊ, S. SensormineR: a pacote for sensory data analysis with r. use r! **Science Aliments**, Cachan, v. 26, n. 4, p. 355-356, 2006.

LANCHOTE, L. N. **Estudos com mapas de preferência: associação com Procrustes e construção com valores faltantes**. 2007. 85 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MORI, E. E. M.; YOTSUANAGI, K.; FERREIRA, V. L. F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 105-110, jan./abr. 1998.

MOSKOWITZ, H. R. Product optimization approaches and applications. In Macfie, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Measurement of food preferences**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994. p. 97-136.

MUDAHAR, G. S.; TOLEDO, R. T.; JEN, J. J. A response surface methodology approach to optimize potato dehydration process. **Journal of Food Process Preservation**, Trumbull, v. 14, n. 2, p. 93-106, Apr. 1990.

PADILIA-ZAKOUR, O. ANDERSON, J. L. **Chemical Food Preservatives: benzoate & sorbate**. New York: Venture, 1998.

REIS, R. C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAN. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2007.

SCHLICH, P. Preference mapping: relating consumer preferences to sensory or instrumental measurements. **Bioflavour, Paris**, v. 48, n. 75, p. 135-150, 1995.

YUKINORI, S.; SHIMA, K.; YOSHINOBU, I.; OSATO, M. Effect of water activity and solvent-ordering on intermolecular interaction of high-methoxyl pectins in various sugar solutions. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 18, n. 4, p. 527-534, July 2004.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balaced 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**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.

CAPÍTULO 4

INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM E DO SORBATO DE POTÁSSIO SOBRE AS ALTERAÇÕES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE DOCE DE GOIABA (*Psidium guajava*, L) EM MASSA

1 RESUMO

MENEZES, Camila Carvalho. Influência da embalagem e do sorbato de potássio sobre as alterações físicas, físico-químicas e microbiológicas de doce de goiaba (*Psidium guajava*, L) em massa. In: _____. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento.** 2008. Cap. 4, p. 83-109. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

A elaboração de doces através do processamento de frutas é uma alternativa promissora para a sua conservação pelo fato de proporcionar um sabor agradável, com o aumento da doçura, e permitir uma boa conservação do produto por tempo prolongado. Diante da busca por qualidade e maior durabilidade de doces de frutas, o objeto do trabalho foi avaliar a interferência da adição de sorbato de potássio e das embalagens de polipropileno, metálicas e de filmes de celofane sobre a qualidade por meio das características físicas, físico-químicas e microbiológicas do doce em massa de goiaba (*Psidium guajava* L.) durante o armazenamento. As análises físicas, físico-químicas e microbiológicas mostraram que os diferentes tipos de embalagens não interferiram na estabilidade do doce de goiaba em massa até o 5º mês de armazenamento, sendo o tempo, o fator que mais influenciou na qualidade do doce quando armazenado em temperatura e umidade de 19,6°C e 76,2%, respectivamente. O sorbato de potássio ocasionou um aumento do teor de sólidos solúveis e diminuição da atividade de água.

Palavras-chave: doce de goiaba, armazenamento, sorbato de potássio, embalagens.

*Comitê orientador: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Orientadora), Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-orientadora) e Prof. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-orientador).

2 ABSTRACT

MENEZES, Camila Carvalho. Influence of the package and potassium sorbate on the physical, physicochemical and microbiological alterations of guava preserve (*Psidium guajava*, L) in mass. In: _____. **Optimization and evaluation of the presence of potassium sorbate and packages on guava preserve during storage**. 2008. Chap. 4, p.83-109. Dissertation (Máster in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil* .

Preserve making through fruit processing is an promising alternative to its conservation for providing a agreeable taste with the increase of sweetness and allow a good conservation of the product for prolonged times. Before the search for both quality and longer durability of fruit preserves, the objective of this work was to evaluate the interference of adding potassium sorbate and metal polypropylene packages and cellophane films on the quality of the physical, physicochemical and microbiological characteristics of guava preserve (*Psidium guajava*, L) during storage. The physical, physicochemical and microbiological characteristics showed that the different kinds of packages did not interfere in the stability of guava preserve till the 5th months of storage, time being the factor which most influenced the quality of the preserve when stored at temperature of 19,6°C and humidity of 76.2%. Potassium sorbate brought about increased content of soluble solids and decreased water activity.

Key words: guava preserve, storage, potassium sorbate, packages.

*Guidance Committee: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Adviser), Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-adviser) e Prof. Dr. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-adviser).

3 INTRODUÇÃO

O cultivo da goiaba é um dos mais importantes em países tropicais e subtropicais. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais da fruta, junto a outros países como o México, o Paquistão e a Índia. O Estado de São Paulo é o maior produtor de goiaba no país, com 6 mil hectares plantados, o que totaliza 70% da produção nacional. A alta perecibilidade, juntamente com a falta de disponibilidade de armazenamento durante os meses de pico de processamento industrial/safra, contribuem para perdas pós-colheita ao redor de 30% (Sato et al., 2004). Assim, a industrialização de produtos como geléias e doces são uma boa alternativa para o excedente de produção.

Os doces em massa são resultantes do processamento adequado das partes comestíveis dos vegetais, adicionados de açúcares, água, pectina (0,5 a 1,5%), ajustador de pH (3 a 3,4), além de outros ingredientes e aditivos permitidos até alcançar a consistência adequada, assegurando estabilidade ao produto. Após o processamento, os doces devem ser devidamente embalados e armazenados nas condições ambientais (Jackix, 1988; Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação, 1996). A goiabada ou doce em massa de goiaba deve ter cor característica do produto, variando de vermelho amarelado a vermelho amarronzado, odor e sabor característicos lembrando a goiaba, aparência gelatinosa e sólida, permitindo corte (Mori et al, 1998).

A vida de prateleira de um produto representa o período em que o produto permanece em boas condições sensoriais e microbiológicas para o consumo, sem prejuízos para o paladar ou saúde. Essas condições são dependentes das transformações físicas, químicas e microbiológicas que ocorrem durante o armazenamento, as quais dependem da natureza do produto, dos componentes da mistura, da embalagem e das condições de armazenamento

(temperatura, umidade relativa, tempo de armazenamento) (Man & Jones, 1997; Koskosmanli & Keles, 2000; Kannan & Susheela-Thirumaran, 2004; Wicklund et al., 2005).

Sucos, compotas e geléias são geralmente conservados pela aplicação da combinação de obstáculos tais como a redução do pH, a redução da atividade de água pela adição de solutos, tratamento térmico e o uso dos conservantes (Stiles Battey et al., 2002).

Do ponto de vista microbiológico, os doces artesanais, conforme a embalagem e condições de processamento e armazenamento, têm uma vida útil que pode variar de 6 meses a 1 ano (Tfouni & Toledo, 2002), a qual pode ser prolongada pela adição de ácido sórbico e seus sais que têm boa atuação na faixa de pH de 4,0 a 6,0 (Jay, 1996).

O tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado, também, pode influenciar na sua vida útil. As embalagens devem evitar as alterações das características sensoriais do produto, além de satisfazer as necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade entre outros. Em casos em que é feito o acondicionamento à quente do produto, para diminuição da concentração de oxigênio no espaço livre e da carga microbiana da embalagem, exige-se, também, do material de embalagem, uma estabilidade térmica e dimensional nas temperaturas de enchimento. Além desses requisitos a boa hermeticidade do sistema de fechamento, assegura a manutenção das características do material de embalagem e evita a recontaminação microbiológica do produto (Jaime et al., 1998).

A embalagem de celofane é mais econômica, mas é mais permeável à água do que as poliolefinas como o polipropileno (Morillon et al., 2000); e à luz (79 a 90% a 800nm) (Lu et al., 2004), do que potes de polipropileno (70% a 800nm) (Alves et al., 2007), talvez, não sendo tão apropriada para doces em massa (Policarpo et al., 2007). As embalagens metálicas, porém, são totalmente

impermeáveis ao vapor de água e o produto contido não sofre influência da luminosidade.

Diante da busca por qualidade e maior durabilidade de doces de frutas, o objeto do trabalho foi avaliar a interferência da adição de sorbato de potássio e das embalagens de polipropileno, metálicas com corpo em folha de flandres, tampa e fundo em folha cromada com revestimento cromo metálico e de filmes de celofane sobre a qualidade do doce em massa de goiaba (*Psidium guajava*, L) durante o armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

Foi seguido um planejamento fatorial triplo com 2 repetições, cujos fatores avaliados foram: X₁: formulações (ausência e presença de sorbato de potássio); X₂: embalagens (metálica, polipropileno e celofane); X₃: tempos de armazenamento (0, 1, 3 e 5 meses).

4.2 Processamento dos doces

Foram empregadas goiabas maduras da cultivar 'Pedro Sato', em estágio avançado de maturação, adquiridas de produtores da Associação dos Fruticultores de Lavras (FRUTILAVRAS), safra 2007, armazenadas sob refrigeração até seu processamento. Os ingredientes utilizados foram: açúcar tipo cristal (comercial), ácido cítrico monoidratado P.A. (grau comercial NUCLEAR), pectina cítrica de alto grau de metoxilação (grau comercial VETEC) e sorbato de potássio (grau comercial VETEC). No fluxograma apresentado pela Figura 1 estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L⁻¹ por 15 minutos, selecionados, branqueados para a inativação das enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático (100°C, por 5 minutos), acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade e congelados a -18°C para posterior processamento dos doces de goiaba. Para determinar o binômio tempo x temperatura, utilizado no branqueamento, realizou-se a análise de atividade da peroxidase, segundo Matsumo & Uritane (1972). O tratamento térmico a 100°C por 5 minutos foi suficiente para inativação total dessa enzima que, por ser uma das enzimas de maior estabilidade térmica presente em frutas e vegetais, é muito utilizada como

indicador de branqueamento e outros processamentos térmicos envolvendo tais alimentos (Whitaker, 1972).

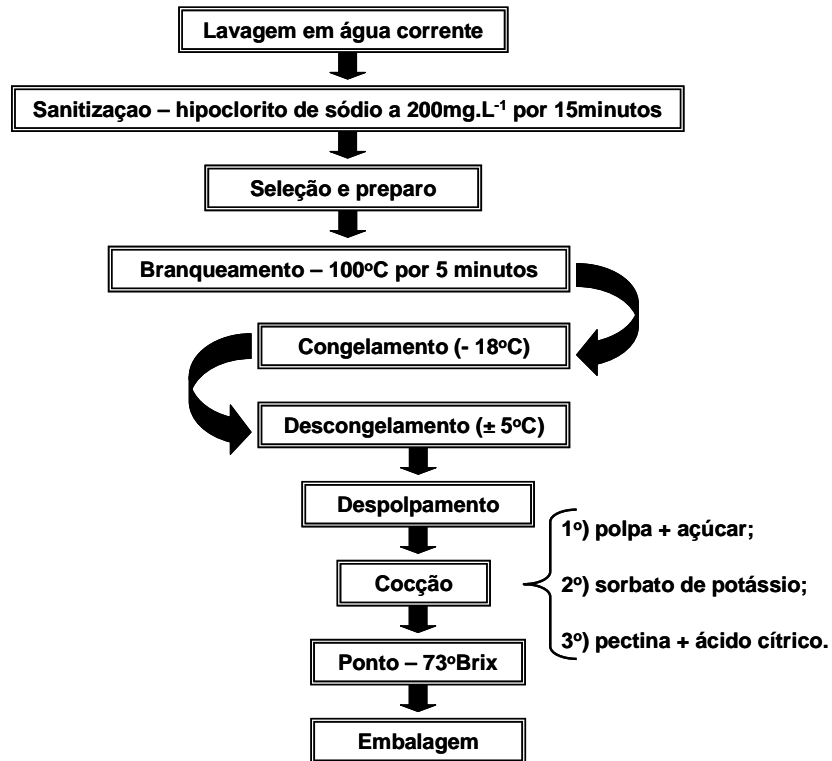


FIGURA 1 Fluxograma de produção do doce de goiaba.

As goiabas congeladas por 10 dias, foram descongeladas em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) no dia anterior ao despolpamento e despolpadas em despolpadeira elétrica (peneira de diâmetro de 0,6mm). O doce foi processado em tacho aberto de aço inoxidável, no qual foi adicionada a polpa e o açúcar. A pectina (0,5% em relação à polpa em todos os tratamentos) e o ácido cítrico foram

incorporados ao doce ao final do processo de cocção para evitar a degradação da pectina devido à acidez e à alta temperatura. O sorbato de potássio foi adicionado ao doce dissolvido em uma porção de polpa (em média, quatro partes de polpa para uma de sorbato) quando o doce apresentou concentração em torno de 50°Brix. Os doces permaneceram sob cocção até atingirem um teor de sólidos solúveis igual a 73°Brix.

Após o término do processo, os doces foram embalados em embalagens de polipropileno (0,190mm de espessura, 9,0mm de diâmetro e 5,5cm de altura), embalagens metálicas com corpo em folha de flandres (0,189mm de espessura, 9,8mm de diâmetro e 7,0cm de altura), tampa e fundo em folha cromada com revestimento cromo metálico (0,202mm de espessura) e em filme de celofane incolor (0,020mm de espessura). O enchimento foi feito à quente. Os doces foram moldados no filme de celofane com o auxílio das embalagens de polipropileno que serviram como base até o resfriamento total dos doces. Em seguida, as embalagens foram devidamente identificadas e armazenadas em câmara climática com controle de temperatura (19,6°C) e umidade relativa (em torno de 76,2%). Uma vez que o trabalho teve como uma de suas finalidades dar subsídios para os pequenos produtores da região melhorarem a qualidade de seus produtos, os valores de temperatura e umidade foram estabelecidos de acordo com as médias das Normais Climatológicas (1961-1990) de trinta anos da região de Lavras. Tais dados foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras, convênio UFLA/INMET. Apesar da tentativa de padronização da umidade relativa, durante o estudo, utilizando câmara climática com controle de temperatura e umidade, o higrômetro revelou uma variação da umidade relativa entre 76% a 83%.

As formulações analisadas encontram-se na Tabela 1, sendo que cada uma delas (presença e ausência de sorbato de potássio) foi analisada nos três tipos de embalagens.

TABELA 1 Composição das formulações de doces de goiaba em massa.

Componentes	<i>Formulações</i>	
	F1	F2
Sorbato de potássio (%)	0	0,1
Relação polpa/açúcar (g/g)	50	50
Ácido cítrico (%)	0,5	0,5
Pectina (%)	0,5	0,5
Sólidos solúveis (°Brix)	73	73

4.3 Análises físico-químicas

O pH foi determinado em potenciômetro digital, segundo Instituto Adolfo Lutz (1985). A acidez titulável foi realizada, segundo técnica descrita pela Association of Official Analytical Chemistry (1992) e expressa em equivalente de ácido cítrico por 100g da amostra. Os teores de açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores foram analisados pelo método redutométrico de Somogyi, adaptado por Nelson (AOAC, 1992). A determinação dos sólidos solúveis foi feita por refratometria, de acordo com as normas analíticas do IAL (1985) e os resultados foram expressos em °Brix. A atividade de água foi determinada utilizando-se equipamento Aqualab (Decagon modelo 3 TE). As amostras, aproximadamente 5g, foram dispostas em recipientes plásticos e as leituras foram realizadas em temperatura controlada de $25,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$. As determinações foram feitas em triplicata.

4.4 Análise de Perfil de Textura (TPA)

A TPA foi realizada utilizando um analisador de textura TA.TX2i Stable Micro Systems, (Goldaming, England), com sonda cilíndrica de alumínio de

fundo chato ($\varnothing = 45\text{mm}$) e tempo, distância, velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 5s, 6mm, 2mm/s, 1mm/s e 2mm/s, respectivamente. Para a realização das leituras as amostras foram cortadas em de cubos 1/1/1cm. Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo Software Texture Expert Versão 1.22. Os parâmetros analisados foram: firmeza, coesividade, elasticidade, adesividade e fraturabilidade. Os resultados expressos são médias de oito determinações.

4.5 Análise de cor

A cor dos doces foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Giese (1996). Os valores de L^* e a^* foram determinados com aparelho colorímetro Minolta modelo CR 400, trabalhando com D_{65} (luz do dia) e usando os padrões CIELab: em que L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a^* varia do verde (-) ao vermelho (+). Os valores de b^* também foram obtidos, porém, não foram avaliados, pois, de acordo com Padula & Rodriguez-Amaya (1987) no caso da goiaba, que tem como cor predominante o vermelho, em razão da grande quantidade de licopeno presente nesta fruta, o valor a^* é muito mais representativo da cor que o b^* . Sato et al. (2006) também determinaram em estudos preliminares que a cor amarela (b^*) não apresenta diferença significativa durante o processamento de goiaba em xarope de sacarose, assim, durante o estudo este parâmetro não foi determinado.

4.6 Análises microbiológicas

As determinações de *Salmonella sp* e coliformes totais a 35°C foram realizadas segundo Silva et al. (1997) e para fungos e leveduras utilizou-se a técnica de diluição seriada em superfície (Sansón, 2000).

4.7 Análise estatística

Os resultados foram analisados através da Análise de Variância, na qual observou-se a significância dos efeitos principais e interações. Utilizou-se, especificamente, o teste de Scott & Knott para os fatores qualitativos e análise de Regressão para determinar as alterações dos tratamentos durante a vida de prateleira (Pimentel-Gomes, 1990). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Tabelas 2 e 3, são apresentadas as análises de variância (ANAVA) com os respectivos níveis de significância, coeficiente de variação e valores médios para cada variável resposta, obtidos a partir dos resultados experimentais das análises físico-químicas e físicas, respectivamente.

TABELA 2 Análise de variância com respectivos níveis de significância, coeficiente de variação e valores médios das variáveis físico-químicas e químicas dos doces de goiaba.

Causas de variação	GL	Níveis de significância						
		Variáveis						
		pH	AT	a _w	SS	AÇT	AR	ANR
Tempo (T)	3	0,1295	0,000*	0,2273	0,0000*	0,000*	0,0013*	0,000*
Sorbato (S)	1	0,9042	0,5617	0,0073*	0,0000*	0,1065	0,2953	0,1944
Embalagens (E)	2	0,3218	0,7194	0,9634	0,9192	0,3892	0,6642	0,2614
T*S	3	0,0986	0,4093	0,9315	0,0000*	0,9155	0,5839	0,8830
T*E	6	0,4675	0,9149	0,9707	0,8234	0,4235	0,9560	0,5925
S*E	2	0,3206	0,5318	0,8058	0,5066	0,0925	0,5743	0,1076
T*S*E	6	0,4218	0,7514	0,9907	0,9375	0,2034	0,6487	0,1596
Erro	24							
Total corrigido	47							
CV (%)		4,88	4,93	2,69	2,30	11,48	12,74	15,18
Média geral		3,41	0,70	0,77	73,48	45,65	12,66	31,43

* Valor do teste F significativo ao valor nominal de 5% de probabilidade.

AT – acidez titulável; a_w – atividade de água; SS – sólidos solúveis; AÇT – açúcares totais; AR – açúcares redutores; ANR – açúcares não redutores.

TABELA 3 Análise de variância com respectivos níveis de significância, coeficiente de variação e valores médios das variáveis de cor e textura dos doces de goiaba.

Causas de variação	Níveis de significância							
	GL	Variáveis						
		L*	A*	FIR	COE	EL	AD	FR
Tempo (T)	3	0,0053*	0,000*	0,9811	0,2737	0,3133	0,0175*	0,8934
Sorbato (S)	1	0,1001	0,0503	0,0594	0,3670	0,3767	0,4952	0,1075
Embalagens (E)	2	0,8789	0,8698	0,9455	0,4628	0,1281	0,7971	0,5126
T*S	3	0,9701	0,5032	0,7290	0,8780	0,6382	0,1122	0,9422
T*E	6	0,6564	0,9747	0,9481	0,9798	0,2698	0,8188	0,9832
S*E	2	0,3570	0,8356	0,5862	0,8071	0,3809	0,6777	0,8689
T*S*E	6	0,7045	0,8481	0,9939	0,7072	0,3233	0,7456	0,9040
Erro	24							
Total corrigido	47							
CV (%)		7,37	14,38	29,15	26,77	6,81	-20,28	50,03
Média geral		34,44	18,73	469,30	0,19	0,87	-211,33	398,17

* Valor do teste F significativo ao valor nominal de 5% de probabilidade.

L* - cor L; a* - cor a; FIR – firmeza; COE – coesividade; EL – elasticidade; AD – adesividade; FR – fraturabilidade.

Os valores de pH dos doces não variaram durante os 5 meses de vida de prateleira, assim como não houve interferência significativa a $P \leq 0,05$ do tipo de embalagem e da presença do sorbato de potássio e a média do pH dos doces foi igual a 3,41 (Tabela 1). Policarpo et al. (2007) também verificaram que os valores de pH dos doces de umbu permaneceram constantes durante o armazenamento, assim como Assis et al. (2007), em estudos sobre a estabilidade da geléia de caju durante 120 dias de armazenamento. A estabilidade do ácido sórbico em sistemas alimentícios é altamente influenciada pelo pH do meio (Thakur et al. 1994). Gerschenson et al. (1986) relataram que há uma alta

degradação do ácido em solução de açúcar com pH entre 3,5 a 4,5. Vidyasagar & Arya (1983), no entanto, verificaram que, exceto o ácido cítrico e o ácido málico, todos os outros ácidos exibem efeito catalítico sobre a degradação do ácido sórbico. Desse modo, o efeito do ácido específico parece ser mais importante do que o efeito do pH sobre a degradação deste conservante.

Apesar da estabilidade do pH, houve um aumento significativo da acidez titulável dos doces (Figura 2) durante o armazenamento, concordando com Nascimento et al. (2002) ao estudarem as alterações físico-químicas durante a conservação de doce de corte da casca do maracujá.

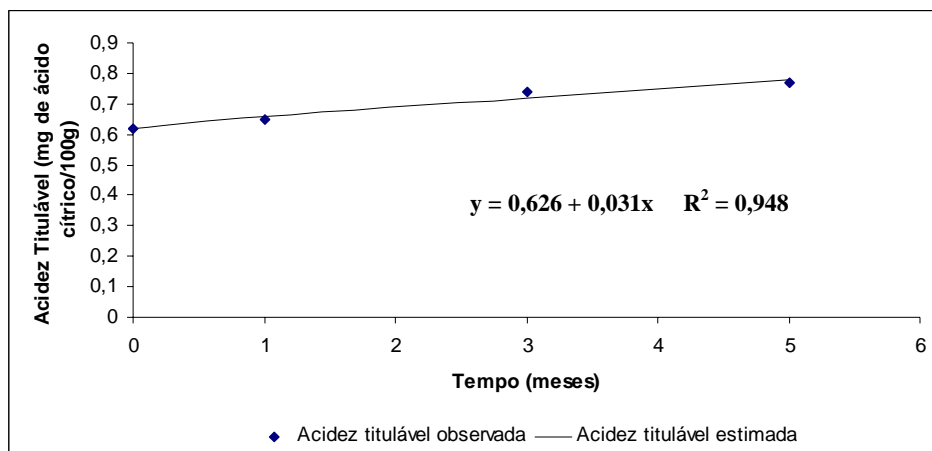


FIGURA 2 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da acidez titulável em função do tempo de armazenamento.

A presença de sorbato de potássio reduziu a atividade de água dos doces (Tabela 4). Gliemmo et al. (2006) também determinaram em seus estudos que a adição de sorbato de potássio em sistemas aquosos modelos provoca uma redução da atividade de água principalmente na presença de glucose. De acordo com Thakur et al. (1994), a solubilidade do ácido sórbico em água a 25°C é 0,16%, enquanto a de sais derivados é acima de 50%. Devido a essa alta solubilidade, o sorbato de potássio é a forma preferida para utilização em alimentos. A a_w não foi influenciada pelo material de embalagem e tempo de armazenamento, possivelmente, pelo valor de umidade relativa utilizado no experimento.

TABELA 4 Efeito do sorbato de potássio sobre a atividade de água do doce de goiaba em massa.

Sorbato de potássio	a_w (atividade de água)
Ausência	0,7790b
Presença	0,7615a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna são iguais entre si pelo teste de Scott & Knott (<0,05).

A presença do sal também provocou um aumento no teor de sólidos solúveis do produto (Figura 3). Esse fato pode ser atribuído ao fenômeno de sinérese, que é um problema freqüentemente verificado em géis de polpa de frutas, resultado da liberação da água retida na matriz do gel (Fizman & Duran, 1992; Mouquet et al., 1997; Mouquet et al. 1992).

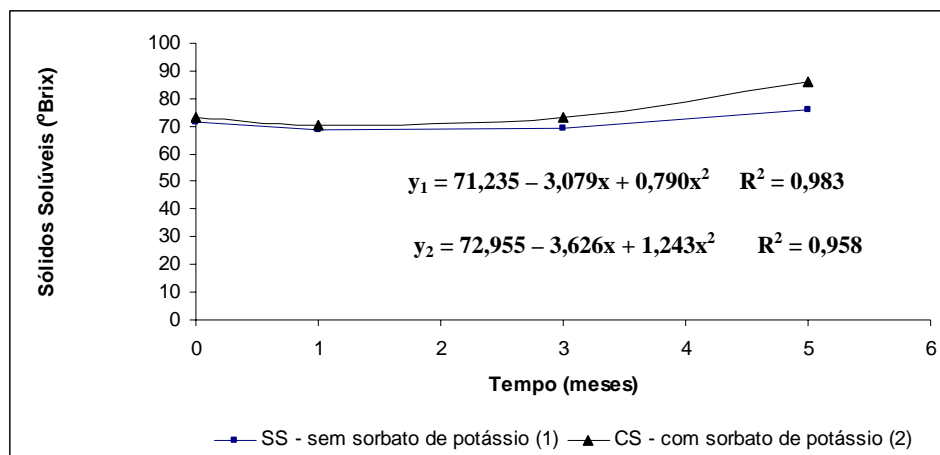


FIGURA 3 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do teor de sólidos solúveis em função do tempo de armazenamento e da presença de sorbato de potássio.

Assim como ocorreu com o teor de sólidos solúveis, observou-se um aumento da concentração de açúcares totais e, conseqüentemente, de açúcares redutores e não-redutores no quarto tempo de armazenamento (Tabela 5).

TABELA 5 Efeito do tempo sobre os teores de açúcares totais, redutores e não-redutores do doce de goiaba em massa.

Tempos (meses)	Açúcares totais (g/100g)	Açúcares redutores (g/100g)	Açúcares não- redutores (g/100g)
0	52,5571	12,6956	37,8386
1	44,1193	13,2262	29,3595
3	34,5675	10,9096	22,1702
5	51,3735	13,7995	35,6612

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna são iguais entre si pelo teste de Scott & Knott (<0,05).

Durante os cinco meses de armazenamento, não houve interferências significativas das embalagens e do sorbato de potássio sobre os parâmetros de cor. O armazenamento dos doces em câmara climática, sem efeito da luminosidade, pode ter evitado que as diferentes % de transmissão de luz das embalagens (Alves et al., 2007) interferissem no processo de conservação. Não foi possível ajustar um bom modelo aos dados referentes à variação de luminosidade, durante o armazenamento, uma vez que o número de pontos estudados (4 tempos) não permitiu ajustar-se um modelo de maior ordem. Mas, de acordo com as médias apresentadas (Tabela 6) verificou-se uma tendência de declínio para os valores de luminosidade. Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos realizados com geléia de morango (Garcia-Viguera et al., 1999; Wicklund et al., 2005) e com doce em massa de polpa de umbu (Policarpo et al. 2007).

TABELA 6 Médias do valor CIE L* durante os tempos de armazenamento.

Tempos (meses)	Cor L*
0	35,7875
1	33,3377
3	34,8892
5	32,8862

O índice de coloração vermelha do doce (a*) aumentou com o tempo (Figura 4) como no trabalho de Garcia-Viguera et al. (1999) ao determinarem que a taxa de degradação do valor CIE a* não está sempre correlacionada à taxa de degradação da antocianina (pigmento) em geléia de morango. Tem sido demonstrado que a concentração de pigmentos poliméricos aumenta com a temperatura e tempo de armazenamento e isso tem um importante efeito sobre a cor de sucos e vinhos vermelhos (Somers, 1971; Adans & Ongley, 1973; Bakker & Timberlake, 1986; Withy et al., 1993). O efeito positivo do armazenamento sobre o comportamento da cor vermelha dos doces pode ser atribuído à acidez e à temperatura por provocarem a ruptura das membranas pelo processo, liberando o licopeno e realçando a cor (Thompson et al., 2000; Dewanto et al., 2002; Sato et al. 2006).

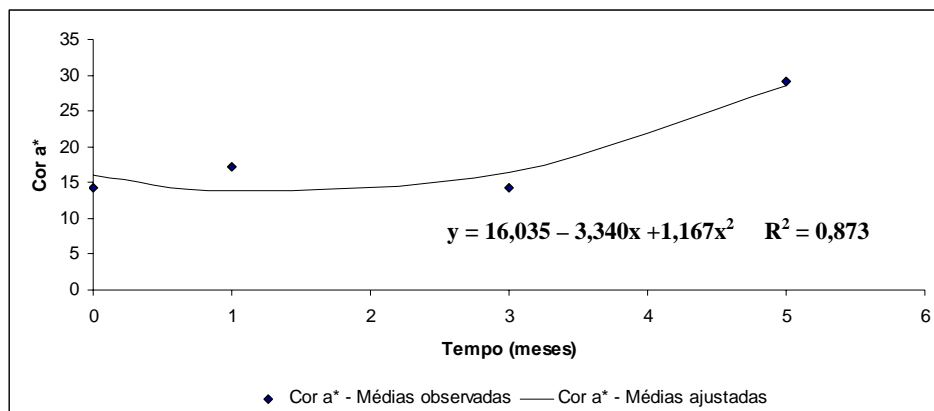


FIGURA 4 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da cor a* em função do tempo de armazenamento.

Em relação à textura, apenas a adesividade apresentou um aumento significativo durante o armazenamento dos doces (Figura 5). A estabilidade dos demais parâmetros, que foi apontada pela análise de variância a $P \leq 0,05$, talvez, seja atribuída aos elevados valores dos coeficientes de variação (CV). Isso pode ser devido à dificuldade para manter-se estritamente padronizadas as várias etapas de produção, durante o processamento, e/ou devido à não conformidade da metodologia aplicada para realização da análise de perfil de textura. Tais observações podem ser objetos de estudo em trabalhos posteriores. A Figura 8 ilustra o comportamento da adesividade dos doces durante os cinco meses de armazenamento. Optou-se por ajustar um modelo linear devido aos valores do coeficiente de determinação e índice de significância do modelo apresentarem-se satisfatórios.

Os tratamentos permaneceram microbiologicamente estáveis durante os 150 dias de armazenamento. Os resultados indicaram a ausência de *Salmonella sp* e ocorrência não significativa de coliformes totais ($<3\text{NMP.g}^{-1}$) e fungos e

leveduras (<10UFC.g⁻¹). Possivelmente, essa estabilidade se deve às características intrínsecas do doce de goiaba como baixo pH (pH=3,41), baixa atividade de água (entre 0,76 e 0,78) e teor de sólidos solúveis elevado (73° Brix), além da satisfatória condição sanitária durante o processamento.

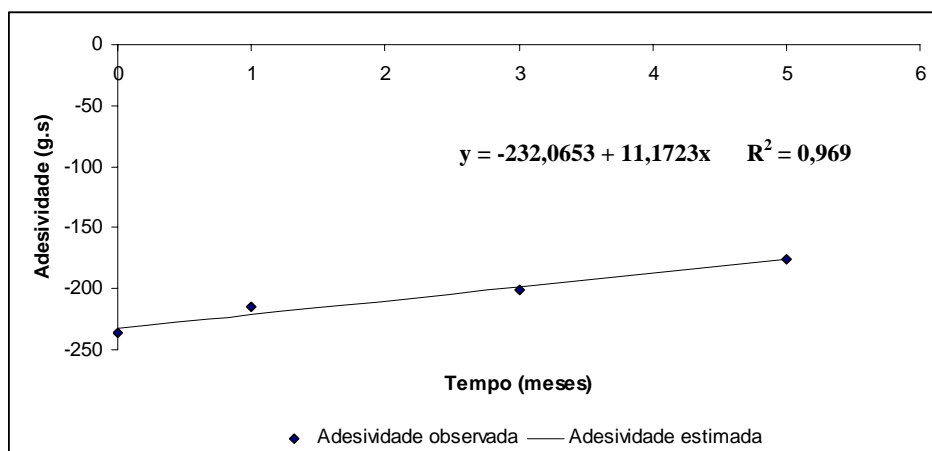


FIGURA 5 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da adesividade em função do tempo de armazenamento.

6 CONCLUSÕES

Os diferentes tipos de embalagens não interferiram na estabilidade do doce de goiaba em massa até o 5º mês de armazenamento, sendo o tempo, o fator que mais influenciou na qualidade do doce, quando armazenado em temperatura e umidade de 19,6°C e 76,2%, respectivamente. O sorbato de potássio ocasionou um aumento do teor de sólidos solúveis e diminuição da atividade de água nos doces; a adesividade aumentou e microbiologicamente os doces permaneceram estáveis.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. **Compêndio de legislação dos alimentos**. São Paulo, 1996. 2 v.

ADANS, J. B.; ONGLEY, M. J. The degradation of anthocyanins in canned strawberries. I. The effect of various processing parameters on the retention of pelargonidin 3-glucoside. **Journal Food Technology**, Wageningen, v. 8, p. 139-145, 1973.

ALVES, R. M.; DENDER, A. G. F. van; JAIME, S. B. M.; MORENO, I.; PEREIRA, B. C. Effect of light and packages on stability of spreadable processed cheese. **International of Dairy Journal**, Oxford, v. 17, n. 4, p. 365-373, Apr. 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemistry**. 11. ed. Washington, 1992. 115 p.

ASSIS, M. M. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. T.; DE FIGUEIREDO, R. W.; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e estabilidade de geléia de caju. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 46-51, jan./mar. 2007.

BAKKER, J.; TIMBERLAKE, C. F. The mechanism of color changes in point wines. **American Journal of Enology and Viticultural**, Davis, v. 37, n. 4, p. 288-292, 1986.

BISPO, E. S. **Estudo dos produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara)**. 1988. 119 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BATTEY, A. S.; DUFFY, S.; SCHAFFNER, D. W. Modelling yeast spoilage in cold filled ready to drink beverages with *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii* and *Candida lipolytica*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 68, n. 4, p. 1901–1906, Apr. 2002.

DEWANTO, V.; WU, X. Z.; ADOM, K. K. LIU, R. H. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 10, p. 3010-3014, May 2002.

FIZMAN, S. M.; DURAN, L. Effect of fruit pulps and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 11-17, 1992.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 3.04. Lavras: UFLA, 1999.

GARCIA-VIGUERA, C.; ZAFRILLA, P.; ROMERO, F.; ABELLÁN, P.; ARTÉS, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A. Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, n. 2, p. 234-247, Mar./Apr. 1999.

GERSCHENSON, L. M.; ALZAMORA, S.; CHIRIFE, J. Stability of sorbic acid in model food systems of reduced water activity: sugar solutions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n. 4, p. 1028-1031, July/Aug. 1986.

GIESE, J. Color measurement in foods as a quality parameter. **Food Technology**, Chicago, v. 54, n. 2, p. 62-63, Feb. 2003.

GLIEMMO, M. F.; CAMPO, C. A.; GERSCHENSON, L. N. Effect of several humectants and potassium sorbate on the growth of *Zygosaccharomyces balli* in model aqueous systems resembling low sugar products. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 77, n. 4, p. 761-770, Dec. 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 1985. p. 533.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Ícone, 1988. 172 p.

JAIME, S. B. M.; ALVES, R. M. V.; SEGANTINI, E.; ANJOS, V. D. de A.; MORI, E. E. E. Estabilidade do molho de tomate em diferentes embalagens de consumo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 193-199, abr./jun. 1998.

JAY, J. M. **Modern Food Microbiology**. New York: Chapman & Hall, 1996.

KANNAN, S.; THIRUMARAN, A. S. Studies on the storage life of jamun (*Syzygium cuminii Rom.*) fruit products. **Journal Food Science Technology**, Mysore, v. 41, n. 2, p. 186-188, Mar./Apr. 2004.

KOSKOSMANLI, M.; KELES, F. The possibilities of Cornelian cherry fruits grown in Erzurum by processing into the marmelate and pulp products. **Gida**, Surrey, v. 25, p. 289-298, 2000.

LU, Y.; ZHANG, L. N. ; PU, X. Structure, properties and biodegradability of water resistant regenerated cellulose films coated with polyurethane/benzyl konjac glucomannan semi-IPN coating. **Polymer Degradation and Stability**, Oxford, v. 86, n. 1, p. 51-57, Oct. 2004.

MAN, C. M. D.; JONES, A. A. **Shelf life Evaluation of Foods**. London: Blackie Academic and Professional, 1997. 321 p.

MORI, E. M.; YOTSUYANAGI, K.; FERREIRA, V. L. F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 105-110, jan./abr. 1998.

MORILLON, V.; DEBEAUFORT, F.; BLOND, G.; VOILLER, A. Temperature influence on moisture transfer through synthetic films. **Journal of Membrane Science**, v. 168, p. 223-231, 2000.

MOUQUET, C.; AYMARD, C.; GUILBERT, S.; CUVELIER, G.; LAUNAY, B. Influence of initial pH on gelation kinetics of texturized passion fruit pulps. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, Amsterdam, v. 30, n. 1-2, p. 129-134, Apr. 1997.

MOUQUET, C.; DUMA, J. C.; GUILBERT, S. Texturization of sweetened mango pulp: optimization using response surface methodology. **Journal Food Science**, Chicago, v. 57, n. 6, p. 1395-1400, Nov./Dec. 1992.

NASCIMENTO, M. R. F.; OLIVEIRA, L. F.; BORGES, S. B. Estudo da conservação de doce de corte de casca do maracujá à temperatura ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 13., Porto Alegre, 2002. **Proceeding...** Porto Alegre: CBCTA, 2002. 1 CD-ROM.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 16, n. 3, p. 209-216, Sept. 1987.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467 p.

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, E.; CASTRO, F. T.; DAMICO, A. A.; CAVALCANTI, N. B. Estabilidade da cor de doces em massa da polpa de umbu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1102-1107, 2007.

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, E.; CASTRO, F. T.; ANJOS, V. D.; CAVALCANTI, N. B. Green umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) preserve: physical, chemical and microbiological changes during store. **Journal of Food Processing and Preservation**, Oxford, v. 31, n 2, p. 201-210, Apr. 2007.

SANSÓN, R. A. **Introduction to food and airbourne fungi**. Denmark: Technal University of Denmark, 2000. p. 283-313.

SATO, A.C. K.; SANJINÉZ-ARGANDONÃ, E. J.; CUNHA, R. L. The effect of addition of calcium and processing temperature in the quality of guava in syrup. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 41, n. 4, p. 417-424, Apr. 2006.

SATO, A. C. K.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CUNHA, R. L. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 550-555, out./dez. 2004.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N, F. de A. **Manual de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 317 p.

SOMERS, T. C. The polymeric nature of wine pigments. **Phytochemistry**, Oxford, v. 10, n. 9, p. 2175-2186, Sept. 1971.

TFOUNI, S. A. V.; TOLEDO, M. C. F. Determination of benzoic and sorbic acids in Brazilian food. **Food Control**, Oxford, v. 13, n. 2, p. 117-123, Mar. 2002.

THOMPSON, K.A.; MARSHALL, M.R.; SIMS, C.A. WEI, C.I. SARGENT, S.A.; SCOTT, J.W. Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 5, p. 791-795, Sept./Oct. 2000.

VIDYASAGAR, K.; ARYA, S. S. Stability of sorbic acid in orange squash. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Washington, v. 31, n. 6, p. 1262, June 1983.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balaced 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**, Oxford, v.6, n. 4, p. 299-308, 1995.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H. J.; MARTISEN, B. K.; SUNDFOR, M. W.; LEA, P.; BRUNN, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, Amsterdam, v. 38, n. 4, p. 387-391, 2005.

WITHY, L.M.; NGUYEN, T.T.; WROLSTAD, R.E.; HEATHER-BELL, D.A. Storage changes in anthocyanin content of red raspberry juice concentrate. **Journal Food Science**, Chicago, v. 58, n. 1, p. 190-192, Jan./Feb. 1993.

CAPÍTULO 5

**ALTERAÇÕES SENSORIAIS DURANTE O ARMAZENAMENTO DE
DOCE EM MASSA DE GOIABA (*PSIDIUM GUAJAVA*, L.):
INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM E DO SORBATO DE POTÁSSIO**

1 RESUMO

MENEZES, Camila Carvalho. Alterações sensoriais durante armazenamento de doce em massa de goiaba (*Psidium guava*, L.): influência da embalagem e do sorbato de potássio. In: _____. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento**. 2008. Cap. 5, p. 111-145. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

A estabilidade é uma característica extremamente desejável em alimentos. Os consumidores cada vez mais buscam por alimentos de qualidade sensorial e com maior estabilidade física e microbiológica. Assim, a utilização de métodos combinados tem grande aplicação na conservação dos alimentos. Nesse trabalho, o objetivo foi avaliar a interferência da adição de sorbato de potássio e das embalagens de polipropileno, metálicas e dos filmes de celofane sobre a qualidade sensorial do doce em massa de goiaba (*Psidium guajava*, L) durante o armazenamento. Os dados de aceitação para cada tempo de armazenamento foram analisados por meio de análise de componentes principais e Mapas de Preferência. Os dados de aceitação de 50 consumidores foram correlacionados com dados instrumentais dos seguintes parâmetros físicos e físico-químicos: pH, açúcares totais, firmeza, adesividade e microscopia ótica. O trabalho mostrou que até o 5º mês de armazenamento, tanto os doces com sorbato de potássio, como os sem sorbato permaneceram estáveis microbiologicamente. A presença deste conservante potencializou o processo de cristalização dos doces, interferindo negativamente na preferência dos consumidores. Para o armazenamento do doce de goiaba em massa de goiaba, quanto menor a permeabilidade do material de embalagem, maior a estabilidade do produto, sendo as embalagens metálicas as que garantem maior estabilidade.

Palavras-chave: armazenamento, sorbato de potássio, embalagens, cristalização.

*Comitê orientador: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA (Orientadora), Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA (Co-orientador), Prof. Dr. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-orientador), Prof. Dra. Ana Carla Márquez Pinheiro – DCA/UFLA (Co-orientadora) e Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-orientadora).

2 ABSTRACT

MENEZES, Camila Carvalho. Sensorial alterations during the storage of guava preserve (*Psidium guava*, L.): Influence of the package of potassium sorbate. In: _____. **Optimization and evaluation of the presence of potassium sorbate and packages on guava preserve during storage**. 2008. Chap. 5, p. 111-145. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal Lavras, Lavras, MG, Brazil*.

Stability is one extremely desirable characteristic in foods. Consumers more and more seek for foods with sensorial quality and with a greater physical and microbiological stability. Thus, the use of combined methods has a great application in food conservation. In that work, the objective was to evaluate the interference of the addition of potassium sorbate and polypropylene, metal packages and of cellophane films on the sensorial quality of guava preserves (*Psidium guajava*, L) during storage. The acceptance data for each storage time were investigated by means of Principal Components and Preference Maps. The acceptance data of 50 consumers were correlated with instrumental data of the following physical and physicochemical parameters: pH, total sugars, firmness, adhesiveness and optical microscopy. The work showed that till the 5th month of storage, both the preserves with potassium sorbate and those without sorbate remained microbiologically stable. The presence of this conservant potentiated the crystallization process of the preserves, interfering negatively on consumers' preference. To the storage of guava preserve, the poorer the permeability of the wrapping material the higher the product stability, the metal packages being the ones warrant the longest stability.

Key words: storage, potassium sorbate, packages, crystallization

*Guidance Committee: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges – DCA/UFLA ((Adviser), Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA ((Co-adviser), Prof. Dr. Marcelo Ângelo Cirillo – DEX/UFLA (Co-adviser), Prof. Dra. Ana Carla Márquez Pinheiro – DCA/UFLA (Co-adviser) e Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua – DCA/UFLA (Co-adviser).

3 INTRODUÇÃO

A elaboração de doces através do processamento de frutas é uma alternativa promissora a sua conservação por proporcionar um sabor agradável, com o aumento da doçura, e permitir uma boa conservação do produto por tempo prolongado, (Sato et al., 2004).

A goiabada ou doce em massa de goiaba deve ter cor característica do produto, variando de vermelho amarelado a vermelho amarronzado, odor e sabor característicos, lembrando a goiaba, aparência gelatinosa e sólida, permitindo corte (Mori et al., 1998).

A estabilidade é uma característica extremamente desejável em alimentos. Ao adquirir um produto, o consumidor deseja que a sua qualidade seja mantida pelo maior tempo possível, tanto do ponto de vista microbiológico, quanto sensorial. Os alimentos, no entanto, são formados por diversos componentes que estão sujeitos às variações do ambiente e, conseqüentemente, a uma série de alterações que podem resultar na perda de qualidade e até na completa deterioração desses materiais (Leite et al., 2005). A maior parte dos alimentos existe em um estado de não-equilíbrio amorfo, que pode ser definido como falta de organização das moléculas, sendo o oposto ao estado cristalino, o qual se caracteriza pelo melhor arranjo da estrutura. Esses materiais são geralmente metaestáveis ou instáveis (estado gomoso), de modo que seu estado físico e suas propriedades físico-químicas mudam de comportamento durante as etapas de processamento, estocagem, distribuição e consumo (Roos, 1995; Slade & Levine, 1991).

As embalagens devem proteger os alimentos quanto às alterações das características sensoriais do produto, além de satisfazer às necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade, entre outras. A boa hermeticidade do sistema

de fechamento assegura a manutenção das características do material de embalagem evita a recontaminação microbiológica do produto (Bureau & Multon, 1998) e diminui a permeabilidade ao vapor de água, favorecendo maior estabilidade de alimentos com componentes no estado mais higroscópico que o estado cristalino. Para auxiliar nesse processo de conservação, têm-se os conservantes como o ácido sórbico e seus sais de potássio (coletivamente conhecidos como sorbatos) que têm sido usados como agentes antimicrobianos em uma grande variedade de produtos alimentícios incluindo alimentos de umidade intermediária (Sofos & Busta, 1981).

Os resultados de testes afetivos (testes com consumidores) vêm, tradicionalmente, sendo avaliados por análise de variância univariada, (ANAVA) e testes de comparação de médias, comparando-se a aceitação média entre produtos (Dantas et al., 2004). Segundo Polignano et al. (1999) essa análise global, considerando conjuntamente as avaliações de todos os consumidores, implica em assumir que todos apresentam o mesmo comportamento, desconsiderando suas individualidades. Cita, ainda, que os dados podem não estar sendo bem visualizados, a ponto de se perder informações interessantes sobre diferentes segmentos de mercado. A técnica de Mapa de Preferência pode solucionar esse problema, além de permitir a associação da impressão que os consumidores têm de um produto com demais atributos sensoriais e instrumentais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência da adição de sorbato de potássio e das embalagens de polipropileno, metálicas e de filmes de celofane sobre as características físicas e físico-químicas e a qualidade sensorial do doce em massa de goiaba (*Psidium guajava*, L.) durante o armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

Foi seguido um planejamento fatorial triplo, cujos fatores avaliados foram: X₁: formulações (ausência e presença de sorbato de potássio); X₂: embalagens (metálica, polipropileno e celofane); X₃: tempos de armazenamento (0, 1, 3 e 5 meses), com 2 repetições.

4.2 Processamento dos doces

Foram empregadas goiabas maduras da cultivar 'Pedro Sato' em estágio avançado de maturação, adquiridas de produtores da Associação dos Fruticultores de Lavras (FRUTILAVRAS), safra 2007, sendo armazenadas sob refrigeração ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) até seu processamento. Os ingredientes utilizados foram: açúcar tipo cristal (comercial), ácido cítrico monoidratado (grau comercial NUCLEAR), pectina cítrica de alto grau de metoxilação (grau comercial VETEC) e sorbato de potássio (grau comercial VETEC). No fluxograma apresentado pela Figura 1, estão demonstradas as etapas de elaboração do doce.

Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L^{-1} por 15 minutos, selecionados, branqueados para a inativação das enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático (100°C , por 5 minutos), acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade e congelados a -18°C para posterior processamento dos doces de goiaba. Para determinar o binômio tempo x temperatura utilizada no branqueamento, realizou-se a análise de atividade da peroxidase, segundo Matsumo & Uritane (1972). O tratamento térmico a 100°C por 5 minutos foi suficiente para inativação total dessa enzima que, por ser uma das enzimas de maior estabilidade térmica presente em frutas e vegetais, é muito utilizada como

indicador de branqueamento e outros processamentos térmicos envolvendo tais alimentos (Whitaker, 1972).

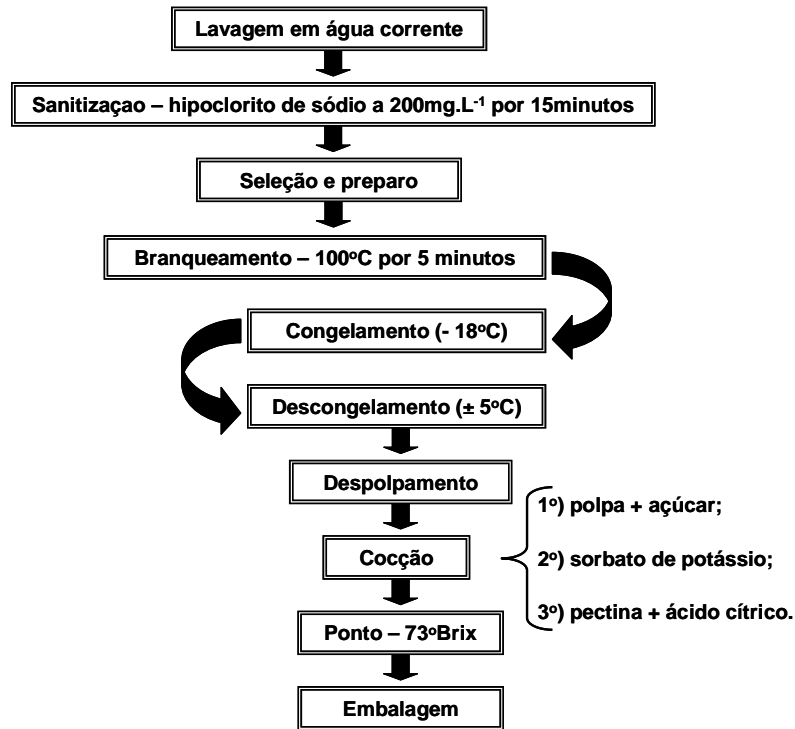


FIGURA 1 Fluxograma de produção do doce de goiaba.

As goiabas congeladas por 10 dias foram descongeladas em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), no dia anterior ao despoldamento e despoldadas em despoldadeira elétrica (peneira de diâmetro de 0,6 mm). O doce foi processado em tacho aberto de aço inoxidável, após adição da polpa e do açúcar. A pectina e o ácido cítrico foram incorporados ao doce ao final do processo de cocção, para evitar a

degradação da pectina devido à acidez e à alta temperatura. O sorbato de potássio foi adicionado ao doce, dissolvido em uma porção de polpa (em média, quatro partes de polpa para uma de sorbato), quando o doce apresentou concentração em torno de 50°Brix. Os diferentes tratamentos (Tabela 1) permaneceram sob cocção até atingirem um teor de sólidos solúveis de 73°Brix.

TABELA 1 Tratamentos (doces de goiaba em massa) avaliados.

Componentes	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Sorbato de potássio (%)	0	0	0	0,1	0,1	0,1
Relação polpa/açúcar (g/g)	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50
Ácido cítrico (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pectina (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sólidos solúveis (°Brix)	73	73	73	73	73	73
Embalagens	L	P	C	L	P	C

L = lata; P = polipropileno; C = celofane.

Após o término do processo, os doces foram embalados em embalagens de polipropileno (0,190mm de espessura, 9,0mm de diâmetro e 5,5cm de altura), embalagens metálicas com corpo em folha de flandres (0,189mm de espessura, 9,8mm de diâmetro e 7,0cm de altura), tampa e fundo em folha cromada com revestimento cromo metálico (0,202mm de espessura) e em filme de celofane incolor (0,020mm de espessura). O enchimento foi feito à quente. Os doces foram moldados no filme de celofane, com o auxílio das embalagens de polipropileno, que serviram como base até o resfriamento total dos doces à

temperatura ambiente. Em seguida, as embalagens foram devidamente identificadas e armazenadas em câmara climática, com controle de temperatura (19,6°C) e umidade relativa (em torno de 76,2%). Uma vez que o trabalho teve como uma de suas finalidades dar subsídios para os pequenos produtores da região melhorarem a qualidade de seus produtos, os valores de temperatura e umidade foram estabelecidos de acordo com as médias das Normais Climatológicas (1961-1990) de trinta anos da região de Lavras. Tais dados foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras, convênio UFLA/INMET. Apesar da tentativa de padronização da umidade relativa, durante o estudo, utilizando câmara climática com controle de temperatura e umidade, o higrômetro revelou uma variação da umidade relativa entre 76% a 83%.

4.3 Análises microbiológicas

As determinações de *Salmonella sp* e coliformes totais a 35°C foram realizadas segundo Silva et al. (1997) e para fungos e leveduras utilizou-se a técnica de diluição seriada em superfície (Sansón, 2000).

4.4 Teste de aceitação

Em cada um dos tempos de avaliação dos tratamentos durante o armazenamento, foram selecionados 50 provadores com base na frequência de consumo do produto. Todos os participantes das análises eram residentes na cidade de Lavras – MG, na sua maioria, estudantes, funcionários ou professores da Universidade Federal de Lavras e consumiam doce de goiaba pelo menos eventualmente.

As 6 amostras de doce de goiaba (Tabela 1) foram servidas monadicamente, em uma única sessão e na forma balanceada para minimizar o efeito da ordem de apresentação e o efeito que uma amostra exerce na avaliação

da próxima (Walkeling & McFie, 1995), seguindo o delineamento em blocos completos balanceados. O teste foi realizado em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Os provadores receberam um cubo com 2x2x2 cm de cada amostra à temperatura ambiente em copos plásticos descartáveis codificados com números de três dígitos.

As amostras foram avaliadas quanto à aceitação em relação aos atributos de aparência, cor, doçura, gosto de goiaba, textura, acidez e impressão global (Figura 2), utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos, variando entre os termos hedônicos “desgostei extremamente (escore 1)” e “gostei extremamente (escore 9)”.

Os testes de aceitação foram realizados somente após a leitura dos resultados das análises microbiológicas, ou seja, sete dias após a incubação das amostras.

4.5 Análises microestruturais

Para analisar os aspectos microestruturais dos tratamentos dos doces de goiaba armazenados sob condições ambientais controladas (19,6°C e 76,2% UR), as amostras foram preparadas por esfregaço em lâminas de microscopia, em triplicata, tomando-se o cuidado para não danificar os cristais de açúcar (Hough et al., 1990).

Utilizou-se microscópio Olympus BX51 adaptado com sistema de filtro polarizador Olympus U-POT e sistema para fotomicrografias Olympus C5060-ADU. As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais – UFLA.

AValiação Sensorial de Doce em Massa de Goiaba

Nome: _____ *Data:* _____

Por favor, avalie segundo a escala abaixo e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto em relação aos atributos aparência, cor, gosto de goiaba, doçura, textura e impressão global. Lave a boca antes e entre cada amostra.

1 – desgostei extremamente	Atributos:	Amostra n°:
2 – desgostei muito		_____
3 – desgostei moderadamente	Aparência	
4 – desgostei ligeiramente	Cor	
5 – não gostei, nem desgostei	Gosto de goiaba	
6 – gostei ligeiramente	Doçura	
7 – gostei moderadamente	Textura	
8 – gostei muito	Acidez	
9 – gostei extremamente	Impressão global	

FIGURA 2 Ficha de avaliação utilizada para o teste de aceitação.

4.6 Análises físico-químicas

O pH foi determinado pelo método potenciométrico em potenciômetro digital, segundo Instituto Adolfo Lutz (1985). Os teores de açúcares totais foram analisados pelo método redutométrico de Somoghy, adaptado por Nelson (Association of Official Analytical chemistry - AOAC, 1992). As determinações foram feitas em triplicata.

4.7 Análise de Perfil de Textura (TPA)

A TPA foi realizada utilizando um analisador de textura TA.TX2i Stable Micro Systems, (Goldaming, England), com sonda cilíndrica de alumínio de fundo chato ($\varnothing = 45\text{mm}$) e tempo, distância, velocidades de pré-teste, teste e

pós-teste de 5s, 6mm, 2mm/s, 1mm/s e 2mm/s, respectivamente. Para a realização das leituras as amostras foram cortadas em de cubos de 1/1/1 cm. Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo Software Texture Expert Versão 1.22. Os parâmetros analisados foram: firmeza e adesividade. Os resultados expressos são médias de oito determinações.

4.8 Análise estatística

As médias dos escores de aceitação em relação aos atributos de aparência, cor, gosto de goiaba, doçura, acidez e textura de cada consumidor e as médias das determinações instrumentais foram analisadas por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). Para a realização desse procedimento, os dados foram organizados em uma matriz, em que as amostras foram dispostas em linhas e a média dos escores de aceitação e das determinações instrumentais em colunas. A partir dos escores dos componentes principais foram elaborados os gráficos de dispersão das amostras.

Mapa de Preferência foi gerado através do ajuste de uma regressão polinomial dos escores de aceitação, quanto à impressão global de cada consumidor individual (Y_i , $i = 1, \dots, 50$), em função das variáveis X_1 e X_2 (componentes principais 1 e 2), utilizando o modelo vetorial, o qual consiste em uma regressão linear múltipla de Y_i em X_1 e X_2 como mostra a Equação 1 (Schlich, 1995).

$$Y_i = a + b_1 X_{1_i} + b_2 X_{2_i} \quad (1)$$

em que:

Y_i = escore de aceitação quanto à impressão global para o i -ésimo consumidor;

X_{1_i} = escore do componente principal 1 para o i -ésimo consumidor;

X_{2_i} = escore do componente principal 2 para i -ésimo consumidor;

a = intercepto;

b_k = coeficientes de regressão do modelo ($k = 1,2$).

Determinou-se, também, a preferência ($X_1.X_2$) de cada tratamento por meio da equação 2, sendo que os resultados obtidos correspondem à porcentagem de consumidores que preferem o produto (j) com coordenadas X_{1j} e X_{2j} sobre o Mapa Sensorial em relação à impressão global.

$$Pref(X_{1j}, X_{2j}) = 100 * \frac{\sum_{j=1}^n c_j(X_{1j}, X_{2j})}{n} \quad (2)$$

em que:

X_{1j} = escore do componente principal 1 para o j -ésimo tratamento;

X_{2j} = escore do componente principal 2 para o j -ésimo tratamento;

n = número de consumidores;

j = número de tratamentos (1, ..., 6);

c_i = coordenada de cada tratamento j em relação à cada consumidor individual, sendo:

$c_j(X_{1j}, X_{2j}) = 1$, se $f_i(X_{1j}, X_{2j}) \geq$ média geral dos escores obtidos;

$c_j(X_{1j}, X_{2j}) = 0$, se $f_i(X_{1j}, X_{2j}) <$ média geral dos escores obtidos.

Para facilitar o entendimento e discussão dos resultados, o gráfico de dispersão das amostras foi plotado sobre o mapa de preferência.

Foi gerado, também, um gráfico de correlação através da correlação dos dados de aceitação quanto aos atributos sensoriais de aparência, cor, doçura, gosto de goiaba, acidez e textura e os dados instrumentais com os dois primeiros componentes principais.

Utilizou-se o pacote *SensMineR* presente no Programa Estatístico R (R, 2007) para a análise dos resultados (Husson & Lê, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tratamentos permaneceram microbiologicamente estáveis durante os 150 dias de armazenamento. Os resultados indicaram a ausência de *Salmonella sp* e ocorrência não significativa de coliformes totais ($<3\text{NMP.g}^{-1}$) e fungos e leveduras ($<10\text{UFC.g}^{-1}$). Possivelmente, esta estabilidade se deve às características intrínsecas do doce de goiaba como baixo pH (pH=3,41), baixa atividade de água (entre 0,76 e 0,78) e teor de sólidos solúveis elevado (73° Brix), além da satisfatória condição sanitária durante o processamento.

Os componentes obtidos na construção dos mapas de preferência referentes a todos os tempos de armazenamento revelaram boa explicabilidade dos modelos, pois, pelo menos 78% da variação total dos dados foram explicadas pelos dois primeiros componentes principais em todos os tempos (Tabela 2).

TABELA 2 Porcentagem de explicabilidade dos modelos durante o tempo de armazenamento dos doces de goiaba em massa.

Componentes principais	<i>Porcentagem de explicabilidade dos modelos (%)</i>			
	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3
Componente 1	15,00	27,49	23,50	55,45
Componente 2	72,24	57,48	65,02	23,77
Total	87,24	84,97	88,52	78,22

A Figura 3 ilustra que, no tempo 0 de armazenamento, os tratamentos apresentaram-se homogêneos em relação à preferência dos consumidores, em que 60% a 70% dos consumidores atribuíram notas aos tratamentos 1, 3, 4, 5 e 6 acima da média (6,56), ou seja, as amostras tiveram boa aceitação, porque receberam notas da maioria dos consumidores acima do termo hedônico “gostei ligeiramente”.

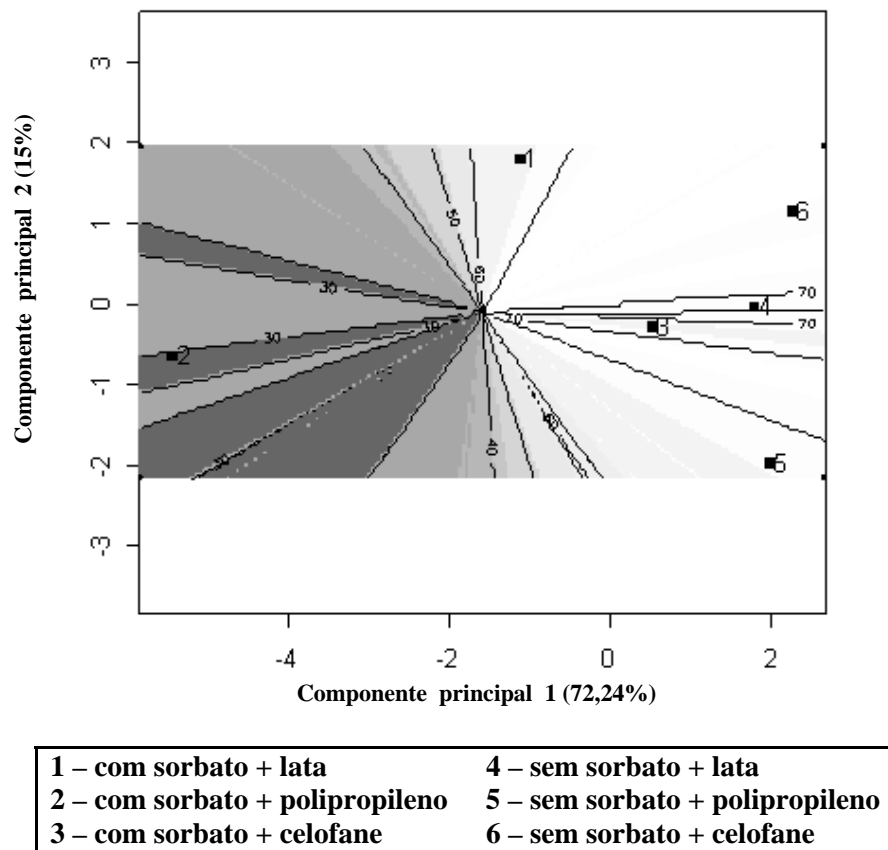


FIGURA 3 Mapa de preferência das amostras de doce de goiaba no tempo 0 de armazenamento.

Apenas o tratamento 2 (com sorbato de potássio e embalado em pote de polipropileno) se diferenciou dos demais no tempo 0 de armazenamento (7 dias), pois, somente 30% dos provadores atribuíram-lhe notas acima da média (6,56).

A Figura 4 indica que a menor preferência pelo tratamento 2 no tempo 0 (7 dias) foi influenciada negativamente por todos os atributos sensoriais avaliados. Isso, também, pode ser verificado analisando-se as médias dos escores de aceitação na Tabela 3 que se apresentam inferiores em relação às médias atribuídas aos demais tratamentos.

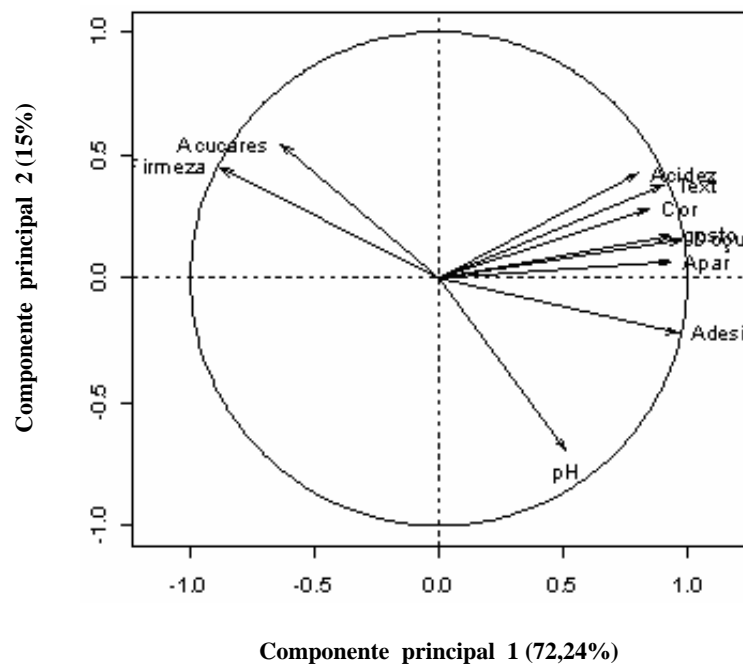
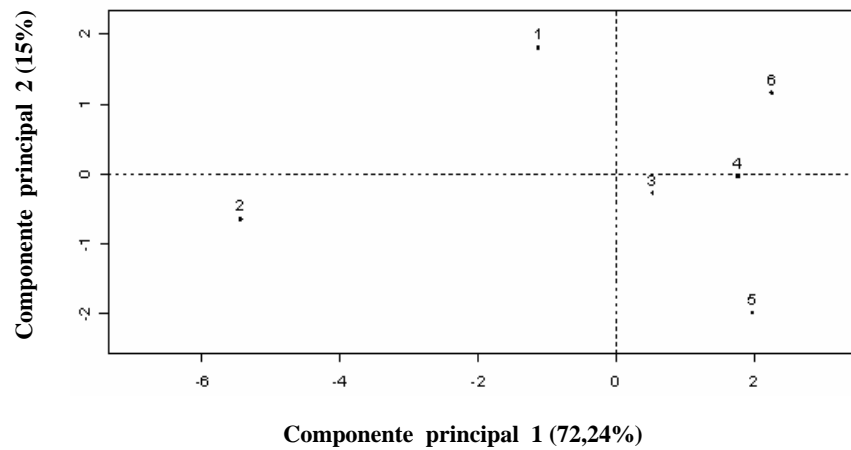


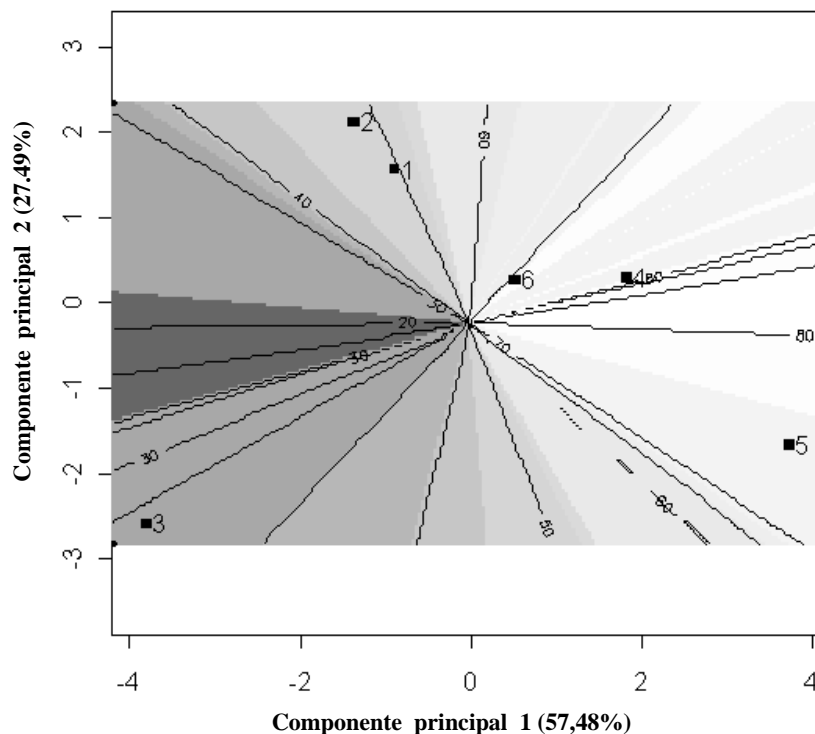
FIGURA 4 Análise de componentes principais e círculo de correlação referente aos escores de aceitação no tempo 0 de armazenamento dos doces de goiaba.

TABELA 3 Médias dos escores de aceitação e dos dados instrumentais atribuídas aos tratamentos durante o armazenamento.

Tempo de armazenamento	Atributos sensoriais / dados instrumentais	<i>Médias dos escores de aceitação* e dos dados instrumentais referentes aos tratamentos</i>					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
0	Aparência	6,14	5,74	6,32	6,70	6,64	7,02
	Cor	6,14	5,74	6,14	6,70	6,24	6,74
	Gosto de goiaba	6,56	5,76	6,82	7,12	6,68	6,88
	Doçura	6,54	5,84	6,62	6,68	6,72	6,80
	Textura	6,78	5,34	6,68	6,68	6,66	7,06
	Acidez	6,66	6,02	6,62	6,44	6,56	6,76
	Firmeza (g.s)	549,61	632,47	429,48	416,90	325,47	460,17
	Adesividade (g.s)	-268,4	-294,3	-234,2	-211,5	-201,5	-206,0
	Açúcares totais (g/100g)	55,69	57,33	54,06	51,48	51,11	56,51
	pH	3,31	3,32	3,33	3,32	3,34	3,33
1 mês	Aparência	6,48	6,56	6,48	6,94	7,06	6,68
	Cor	6,28	6,36	6,04	6,66	6,98	6,44
	Gosto de goiaba	6,92	6,78	6,60	7,22	7,16	7,34
	Doçura	6,88	6,90	6,54	7,10	7,20	7,02
	Textura	6,98	6,72	6,24	7,08	7,14	6,86
	Acidez	6,94	6,98	6,44	6,90	7,10	6,94
	Firmeza (g.s)	614,31	578,72	507,11	458,66	369,75	488,27
	Adesividade (g.s)	-259,7	-259,6	-166,0	-257,5	-204,6	-215,8
	Açúcares totais (g/100g)	47,245	50,886	43,197	43,471	41,979	45,666
	pH	3,52	3,50	3,51	3,46	3,43	3,47
3 meses	Aparência	6,52	7,26	6,04	7,04	7,10	6,76
	Cor	6,36	6,30	6,32	7,03	7,08	6,48
	Gosto de goiaba	6,99	6,83	6,53	7,30	7,08	6,93
	Doçura	6,85	6,88	6,43	7,09	7,07	6,65
	Textura	6,54	7,10	5,46	6,72	6,88	7,02
	Acidez	6,85	6,81	6,51	7,05	7,08	6,89
	Firmeza (g.s)	481,73	617,18	465,78	472,00	327,23	576,46
	Adesividade (g.s)	-213,5	-252,4	-138,0	-223,3	-198,8	-179,7
	Açúcares totais (g/100g)	35,92	35,72	38,29	33,45	28,10	35,74
	pH	3,52	3,50	3,51	3,46	3,43	3,47
5 meses	Aparência	6,78	6,76	6,50	7,28	7,14	6,46
	Cor	6,44	6,24	6,60	7,40	7,18	6,52
	Gosto de goiaba	7,06	6,88	6,46	7,38	7,00	6,52
	Doçura	6,82	6,86	6,32	7,08	6,94	6,28
	Textura	7,12	6,96	6,60	7,18	7,10	6,72
	Acidez	6,76	6,64	6,58	7,20	7,06	6,84
	Firmeza (g.s)	430,96	560,19	473,17	487,64	290,48	512,70
	Adesividade (g.s)	-187,8	-229,8	-151,1	-233,9	-156,1	-181,7
	Açúcares totais (g/100g)	51,45	48,75	53,72	52,85	51,78	53,59
	pH	3,54	3,53	3,49	3,49	3,49	3,49

Tal ocorrência pode ser explicada uma vez que se observou, após o resfriamento dos doces de goiaba armazenados nas embalagens de polipropileno, uma condensação do vapor de água caracterizada pela presença de gotículas de água sob a tampa da embalagem. Apesar de não ter sido possível observação a olho nu, em relação às embalagens metálicas (opacas), acredita-se que esse fenômeno não tenha ocorrido nesse sistema devido à técnica de enchimento e recravação. Possivelmente, também, houve condensação do vapor de água nos sistemas em que se empregaram filmes de celofane como material de embalagem. O celofane é um polímero mais permeável ao vapor de água e aos gases do que as poliolefinas como o polipropileno (Morillon et al., 2000), possibilitando a passagem dessa água para o ambiente. Devido à presença de água na superfície dos doces acondicionados em embalagens de polipropileno, as moléculas de açúcar podem ter adquirido mobilidade suficiente para se reestruturarem dando início à formação dos cristais de açúcar.

Com um mês de armazenamento, observou-se uma separação da distribuição dos tratamentos com sorbato de potássio (30% a 60% de preferência) e sem sorbato de potássio (70% a 80% de preferência) dentro das curvas de níveis do mapa de preferência (Figura 5). Nesse tempo de armazenamento, a média geral das notas atribuídas aos tratamentos igual a 6,97 (entre os escores de aceitação “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”).



1 – com sorbato + lata	4 – sem sorbato + lata
2 – com sorbato + polipropileno	5 – sem sorbato + polipropileno
3 – com sorbato + celofane	6 – sem sorbato + celofane

FIGURA 5 Mapa de preferência das amostras de doce de goiaba no tempo 1 de armazenamento.

Segundo Vidyasagar & Arya (1984), embora o ácido sórbico e seus sais sejam estáveis em suas formas secas e puras (McCarthy & Eagler, 1976), em solução aquosa sofre uma degradação autoxidativa, formando malonaldeído e outros hidrocarbonados. Estes compostos podem levar a reações de escurecimento e serem responsáveis por consideráveis mudanças na qualidade e aceitabilidade de produtos alimentícios. O ácido sórbico e seu sal de potássio são

sólidos cristalinos à temperatura ambiente e o sorbato de potássio apresenta solubilidade em água a 25°C superior a 50% (Thakur et al., 1994). Apesar da elevada temperatura de cocção, possivelmente, o sorbato de potássio dissolveu-se parcialmente no doce e os cristais remanescentes podem ter potencializado o fenômeno de nucleação, fazendo com que os doces com sorbato de potássio “cristalizassem” mais rapidamente. Segundo McCabe et al. (1993), esse processo de cristalização é constituído de duas etapas: a nucleação e o crescimento do cristal. Na primeira ocorre uma condensação do material devido à supersaturação do meio e à colisão das partículas e formação de um núcleo estável; na segunda verifica-se o aumento em tamanho do cristal. O aumento da supersaturação do meio estudado ocorreu em virtude da evaporação de parte do solvente (água) pelo processo de cocção (Hartel, 1993) e pela adição do sorbato de potássio.

A formação exacerbada dos cristais de açúcares nos doces com sorbato de potássio foi visível a olho nu, (Figura 6) e a microscopia ótica com luz polarizada, também, revelou a presença de um maior número de cristais, sendo esses, aparentemente, de maiores dimensões (Figura 7).

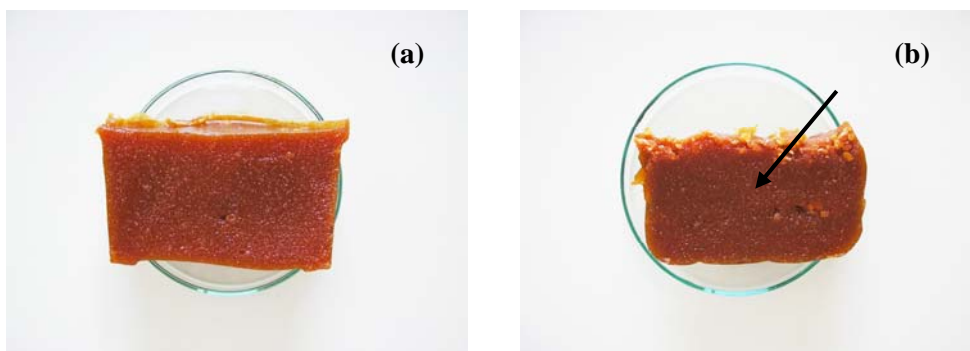
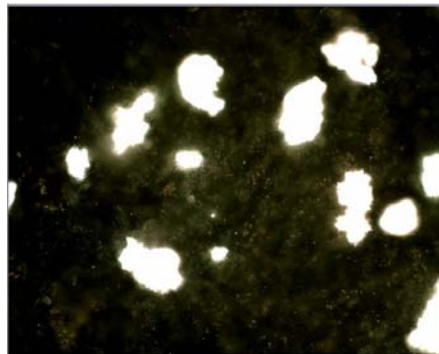


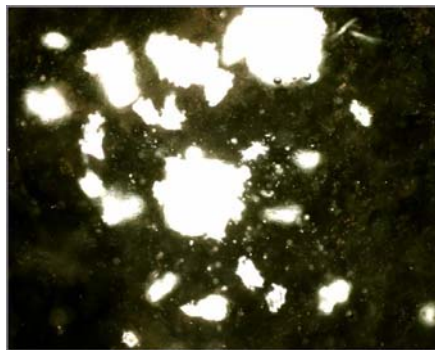
FIGURA 6 Fotografias ilustrando a menor (A) e maior (B) presença de cristais nos doces de goiaba em massa embalados em potes de polipropileno com ausência e presença de sorbato de potássio, respectivamente, no tempo 1 de armazenamento.

A Figura 7C ilustra um núcleo cristalino em desenvolvimento, mostrando que o processo de crescimento do cristal ainda está ocorrendo no doce armazenado durante 30 dias. De acordo com Hartel (1993), o crescimento do cristal é o crescimento do núcleo em volume e massa, devido à adesão das moléculas de açúcar que incorporam a estrutura cristalina. Nesse fenômeno, há uma difusão das moléculas provenientes da massa principal da solução em direção às faces do cristal, propiciando o seu crescimento (Flint, 1966).

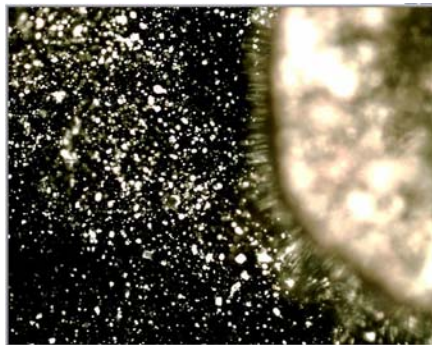
A adesividade foi a característica física que mais contribuiu para a atribuição dos menores escores de aceitação ao tratamento 3 (Figura 8 e Tabela 3). De acordo com Teran-Ortiz (2004) a formação de cristais provoca liberação de água devido à união das partículas que, após certo tempo, é suficiente para ocasionar o afastamento de cristais. Essa água disponibilizada permanece na superfície da amostra, causando pegajosidade.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 7 Fotomicrografias obtidas por microscopia ótica do doce de goiaba em massa embalados em potes de polipropileno sem adição (A) e com adição (B e C) de sorbato de potássio armazenados durante 30 dias. (— 80 μ m).

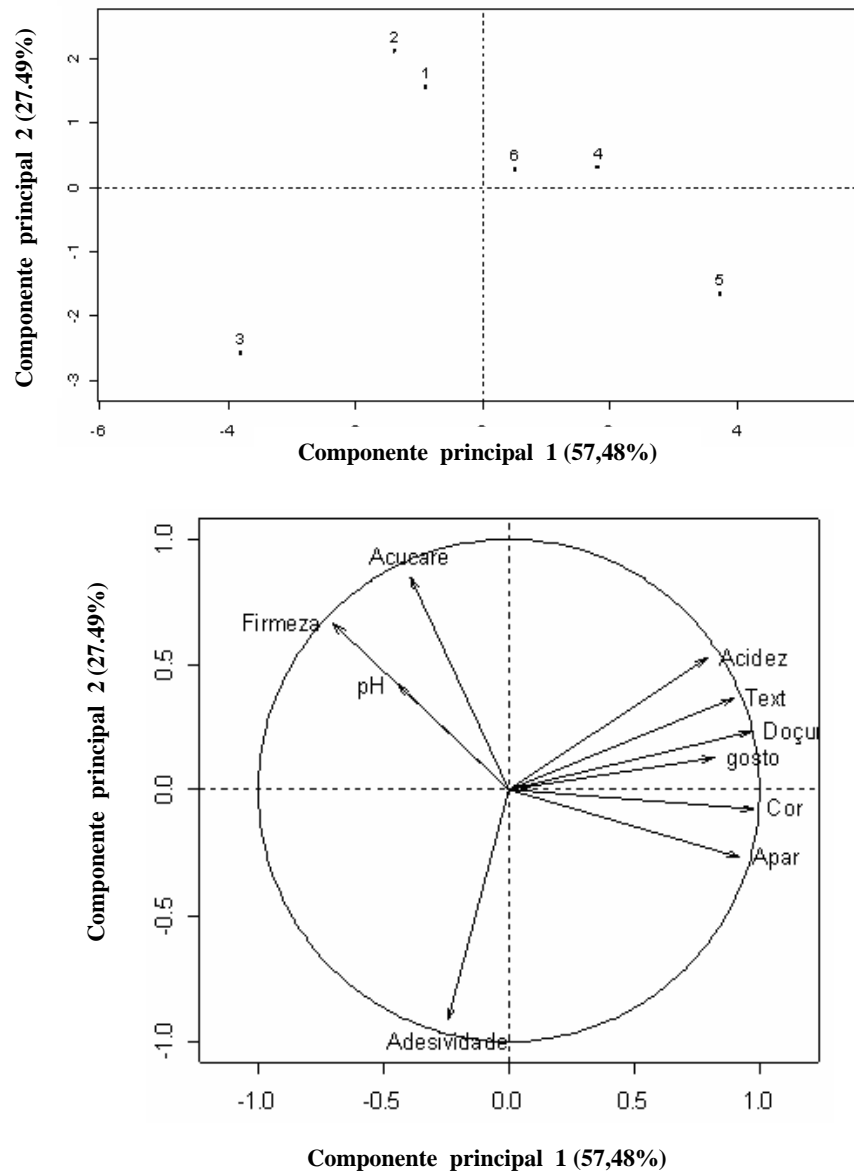


FIGURA 8 Análise de componentes principais e círculo de correlação referente aos escores de aceitação no tempo 1 de armazenamento dos doces de goiaba.

No terceiro mês de armazenamento, a aceitação dos consumidores em relação ao tratamento 3 (com sorbato de potássio e embalado em filme de celofane) continuou apresentando menor aceitação (Figura 9), sendo influenciada pelos maiores valores de adesividade (Tabela 3 e Figura 10). Em torno de 30% dos consumidores atribuíram escores hedônicos abaixo da média (6,64) para o tratamento 3.

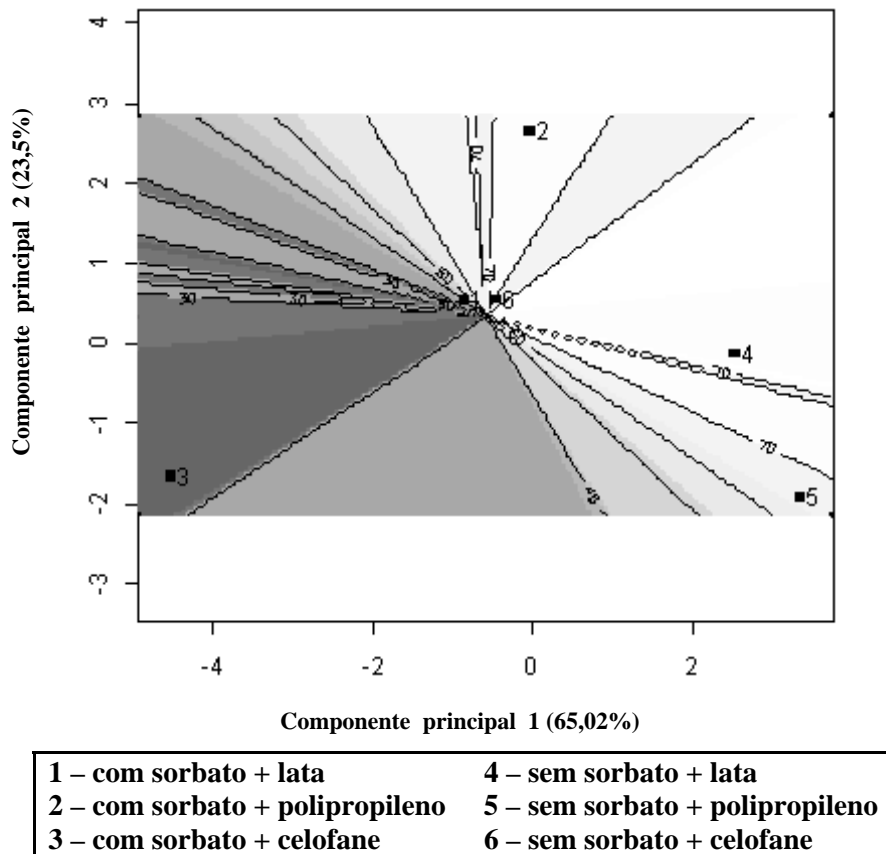


FIGURA 9 Mapa de preferência das amostras de doce de goiaba no tempo 2 de armazenamento.

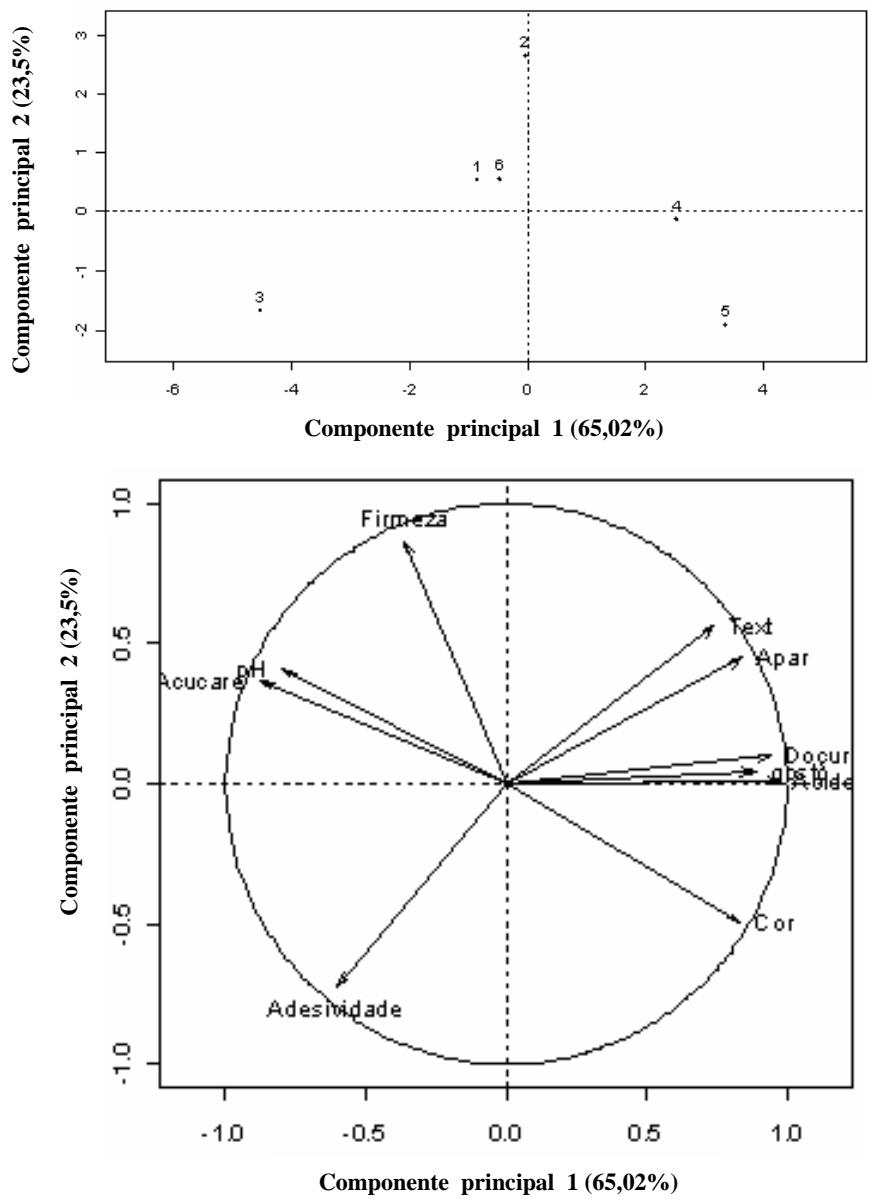


FIGURA 10 Análise de componentes principais e círculo de correlação referente aos escores de aceitação no tempo 2 de armazenamento dos doces de goiaba.

No quinto mês de armazenamento pôde-se verificar uma tendência à diferenciação da preferência dos tratamentos em relação à embalagem (Figura 11), sendo que os tratamentos embalados em celofane, tanto com adição (tratamento 3) como sem adição (tratamento 6) de sorbato de potássio foram menos preferidos em relação aos demais tratamentos, pois, somente 30% dos consumidores atribuíram-lhes escores hedônicos acima da média geral dos escores de aceitação (7,05).

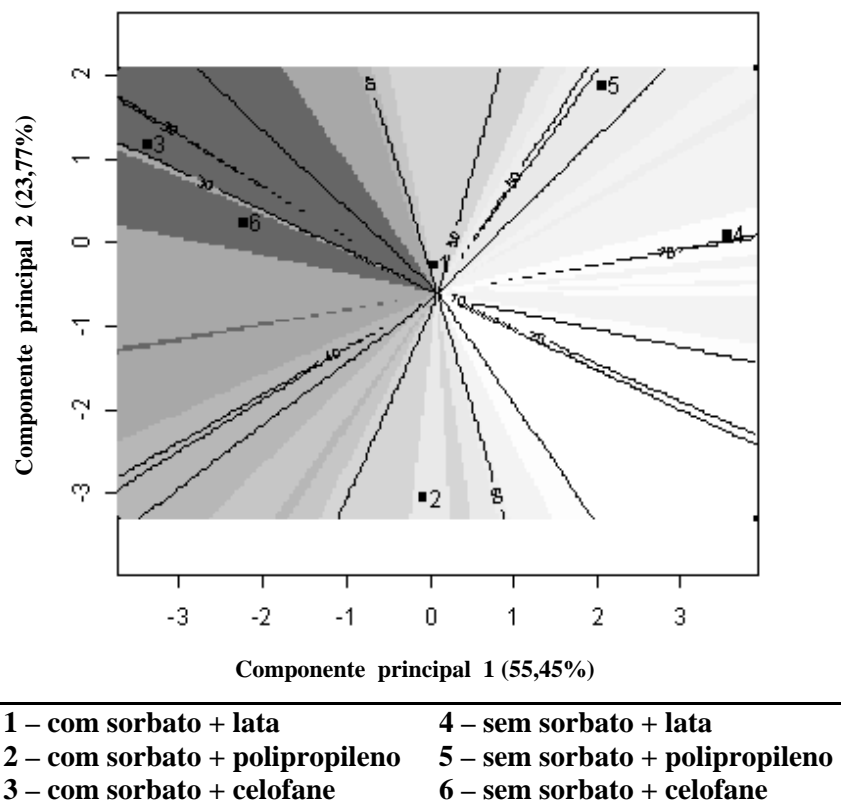


FIGURA 11 Mapa de preferência das amostras de doce de goiaba no tempo 3 de armazenamento.

De acordo com Hartel (1993), os dois fatores que afetam a cristalização de produtos alimentícios durante o armazenamento são temperatura e umidade relativa. Produtos como doces em massa com grande concentração de açúcar são altamente higroscópicos, atraindo facilmente a água presente no ar (White & Cakebread, 1966). A absorção de água reduz a concentração do xarope de açúcar, abaixa a temperatura de transição vítrea e, eventualmente, resulta em cristalização de açúcar. Assim, embalagens são requeridas para proteger a superfície em contato com a umidade do ambiente. Neste estudo, a maior permeabilidade ao vapor de água do filme de celofane, em relação aos demais materiais de embalagens estudados, pode ter ocasionado a absorção de umidade do ambiente, o que proporcionou maior mobilidade molecular e diminuição da viscosidade, potencializando a difusão (Bhandari et al., 1997; Roos, 1995) e resultando no aumento do processo de cristalização.

A influência da maior adesividade determinada nos tratamentos 3 e 6 (-151,09 g.s e -181,67g.s, respectivamente) (Tabela 3 e Figura 12), em relação à preferência dos consumidores, reafirma a possível interferência das condições ambientais sobre a estabilidade dos doces.

As maiores preferências atribuídas aos tratamentos 4 e 5 (70%) foram influenciadas positivamente pelos atributos de aparência, cor e acidez.

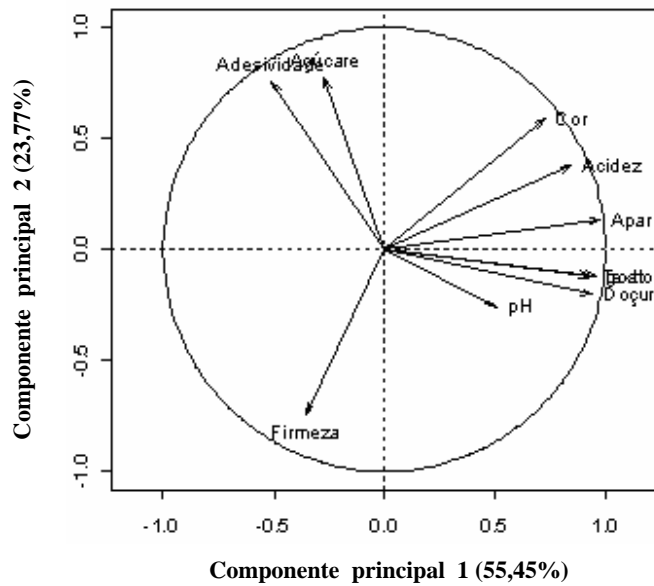
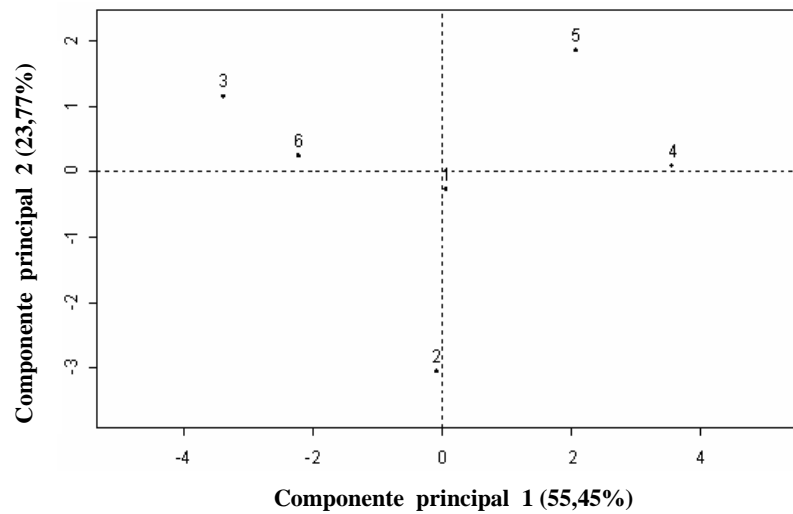


FIGURA 12 Análise de componentes principais e círculo de correlação referente aos escores de aceitação no tempo 3 de armazenamento dos doces de goiaba.

A Figura 13 mostra a formação exacerbada de cristais no doce com sorbato de potássio, envolvido em filme de celofane, em relação ao embalado em potes de polipropileno, no tempo 3 de armazenamento. A maior formação de cristais na superfície dos doces que pode ser observado, atua como barreira para a troca de vapores d'água entre o ambiente e o interior do doce, evitando a formação de grandes cristais (arenosidade) no seu interior (Teran-Ortiz, 2004).

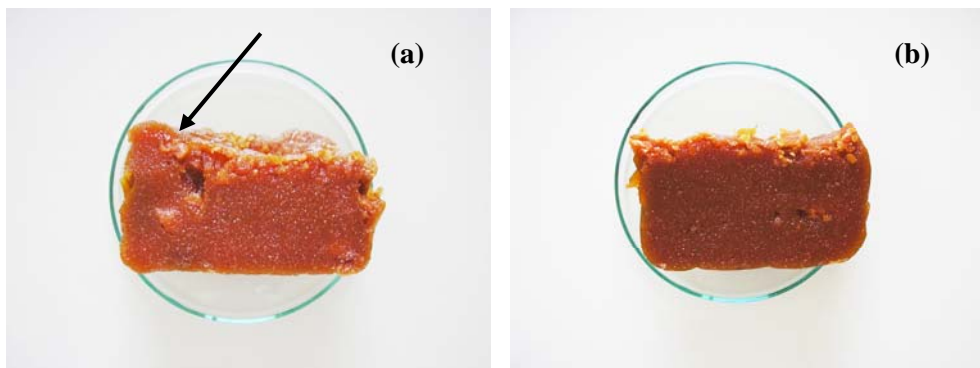


FIGURA 13 Fotografias ilustrando a maior (A) e menor presença (B) de cristais nos doces de goiaba com sorbato de potássio e embalados em filme de celofane e em potes de polipropileno, respectivamente, no tempo 3 de armazenamento.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou que, até o 5º mês de armazenamento, tanto os doces com sorbato de potássio, como os sem sorbato permaneceram estáveis microbiologicamente. A presença desse conservante potencializou o processo de cristalização dos doces, interferindo negativamente na preferência dos consumidores. Após o 3º mês, houve influência das embalagens sobre a estabilidade dos doces, ocorrendo maior cristalização e menores porcentagens de preferência atribuídas aos doces revestidos em filme de celofane. Assim, para o armazenamento do doce de goiaba, em massa de goiaba, quanto menor a permeabilidade do material de embalagem, maior a estabilidade do produto, sendo as embalagens metálicas as que garantem maior estabilidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemistry**. 11. ed. Washington, 1992. 115 p.

BHANDARI, B. R.; DATTA, N.; HOWEST, T.; Problems associated with spray drying of sugar-rich foods. **Drying Technology**, Singapore, v. 15, n. 2, p. 671-684, 1997.

BUREAU, G.; MULTON, J. L. **Embalagem de los alimentos de gran consumo**. Zaragoza: Acribia, 1998. 748 p.

DANTAS, M. I. S.; MINIM, V. P. R.; PUSCHMANN, R.; CARNEIRO, J. D. S.; BARBOSA, R. L. Mapa de preferência de couve minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 101-103, 2004.

DRAY, S.; PETTORELLI, N.; CHESSEL, D. Multivariate analysis of incomplete mapped data. **Transactions in GIS**, v. 7, n. 3, p. 411-422, 2003.

FLINT, E. **Princípio de cristalografia**. Moscou: Paz, 1966. 243 p.

HARTEL, R. W. Controlling sugar crystallization in food products. **Food Technology**, v. 47, n. 11, p. 99-107, 1993.

HOUGH, G.; MARTINEZ, E.; CONTARINI, A. Sensory and objective measurement of sandiness in dulce de leche, a typical argentine dairy product. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 3, p. 604-611, 1990.

HUSSON, F.; LÊ, S. SensormineR: a pacote for sensory data analysis with r. use r! **Science Alimentos**, Cachan, v. 26, n. 4, p. 355-356, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 1985. p. 533.

LEITE, J. T. C.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Transições de fases em alimentos: influência no processamento e na armazenagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 83-96, 2005.

McCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOT, P. Crystallization. In: _____. **Unit operations of chemical engineering**. 5. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1993. p. 883-903.

McCARTHY, T. J.; EAGLER, P. F. K. Further studies on glass-stored sorbic acid solutions. **Cosmet. Toiletries**, v. 91, p.33-35, 1976.

MORI, E. M.; YOTSUYANAGI, K.; FERREIRA, V. L. F. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 105-110, jan./abr. 1998.

MORILLON, V.; DEBEAUFORT, F.; BLOND, G.; VOILLER, A. Temperature influence on moisture transfer through synthetic films. **Journal of Membrane Science**, v. 168, p. 223-231, 2000.

POLIGNANO, L. A. C.; DRUMOND, F. B.; CHENG, L. C. Mapa de preferência: Uma ponte entre marketing e P&D. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCarlos, 2000. p. 96-102.

ROOS, Y. H. **Phase transitions in foods**. San Diego: Academic, 1995.

SANSÓN, R. A. **Introduction to food and airbourne fungi**. Denmark: Techinal University of Denmark, 2000. p. 283-313.

SATO, A. C. K.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CUNHA, R. L. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 550-555, out./dez. 2004.

SCHLICH, P. Preference mapping: relating consumer preferences to sensory or instrumental measurements. **Bioflavour**, Paris, v. 48, n. 75, p. 135-150, 1995.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N, F. de A. **Manual de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 317 p.

SLADE, L.; LEVINE, H. Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 30, n. 2, p. 115-360, 1991.

SOFOS, J. M.; BUSTA, F. F. Antimicrobial Activity of Sorbate. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 44, n. 8, p. 614-622, Aug. 1981.

TERAN-ORTIZ, G. P. **Cristalização de açúcares em doces de frutos**. 2004. 80 p. Teses (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; ARYA, S. S. Chemistry of sorbates – a basic perspective. **Food Reviews International**, v. 10, n. 1, p. 71-91, 1994.

VIDYASAGAR, K.; ARYA, S. S. Degradation of sorbic acid in fruit squashes and fish paste. **Journal Food Technology**, Chicago, v. 19, p. 447-454, 1984.

WHITE, G. W.; CAKEBREAD, S.H. The glassy state in certain sugar-containing food products. **Journal Food Technology**, Chicago, v. 1, p. 73-82, 1966.