

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Nutrição
Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos



Dissertação

**DOCE EM MASSA CONVENCIONAL E *LIGHT* DE GOIABAS (*PSIDIUM GUAJAVA*
L.): ESTABILIDADE DE COMPOSTOS BIOATIVOS, QUALIDADE SENSORIAL E
MICROBIOLÓGICA**

Suzan Almeida Freda

Pelotas, 2014

Suzan Almeida Freda

DOCE EM MASSA CONVENCIONAL E *LIGHT* DE GOIABAS (*PSIDIUM GUAJAVA L.*): ESTABILIDADE DE COMPOSTOS BIOATIVOS, QUALIDADE SENSORIAL E MICROBIOLÓGICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Nutrição e Alimentos.

Orientador: Rui Carlos Zambiasi

Pelotas, 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F853d Freda, Suzan Almeida

Doce em massa convencional e light de goiabas (*psidium guajava L.*): estabilidade de compostos bioativos, qualidade sensorial e microbiológica / Suzan Almeida Freda; Rui Carlos Zambiasi, orientador. - Pelotas, 2014.
99 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

1. Compostos bioativos. 2. Antioxidantes. 3. Goiabada.
4. Armazenamento. I. Zambiasi, Rui Carlos, orient. II. Título.

CDD: 641.1

Suzan Almeida Freda

Doce em massa convencional e *light* de goiabas (*psidium guajava l.*): estabilidade de compostos bioativos, qualidade sensorial e microbiológica

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Nutrição e Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 21 de fevereiro de 2014.

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Rui Carlos Zambiasi (Orientador).
Doutor em Food and Nutricional Science pela University of Manitoba.

.....
Prof. Dr. Eliezer Avila Gandra.
Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Prof. Dra. Josiane Freitas Chim
Doutora em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar presente em minha vida em todos os momentos, e colocar inúmeras oportunidades em meu caminho.

Aos meus pais, Cleonara Almeida e Jairo Freda, e a minha irmã Suélen Freda por me apoiarem neste desafio no qual foi mestrado, pelas palavras de incentivo, pelo amor incondicional, pelo carinho e amizade.

Ao meu namorado, Alessandro Cruz, pelo amor, pela amizade, companheirismo, carinho, por acreditar no meu potencial e estar sempre com uma palavra de motivação para que eu não desanimasse perante as dificuldades.

Ao meu orientador professor Rui Carlos Zambiasi pela confiança, conhecimento transmitido e por ter me possibilitado de ser sua orientada.

Às colegas e amigas do laboratório de cromatografia, Roseane D'Avila, Michele Cardozo, Scharlise da Silva, Alessandra Haertel, Fernanda Krumreich, Janice Moura, Cristina Jansen, Francine Costa, pela amizade, companheirismo, auxílio, pelos momentos de descontração e muitas risadas. Em especial, às estagiárias, Suzane da Luz, Naralice Hartwig, Tássia Nievierowski, Cinara Sousa, Josiane Hartwig pela ajuda de extrema importância para que meu trabalho pudesse se concluir.

À todos os amigos, colegas, funcionários, professores do PPGNA, pela amizade, pelos exemplos, ensinamentos, força e momentos de descontração.

Em especial às amigas Josiane Rutz (laboratório de cromatografia) e à Denise Pacheco (PPGNA), pela grande amizade, carinho, ensinamentos e grande apoio para que hoje eu pudesse ter essa possibilidade de concluir a pós-graduação, sem elas isso não seria possível.

À todos meus amigos, principalmente, Priscila Bueno, Paulo Dias, Paulo Renato, Eduardo Hernandorena e Greice Cardoso, pela amizade, incentivo e compreensão pela minha ausência em muitos momentos.

À UFPEL, PPGNA, CCQFA, DCTA, pela oportunidade para a realização deste trabalho, e a CAPES pela concessão da bolsa.

À todos que de alguma maneira se fizeram presentes nestes 2 anos, o meu muito obrigada.

“Tudo posso Naquele que me fortalece”.
(Filipenses, 13:4)

Resumo

FREDA, Suzan Almeida. **Doce em massa convencional e *light* de goiabas (*psidium guajava L.*): estabilidade de compostos bioativos, qualidade sensorial e microbiológica.** 2014. 99f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Atualmente, o consumo de frutas vem aumentando principalmente em decorrência do seu valor nutritivo e de seus potenciais efeitos benéficos à saúde. Estes alimentos contêm compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas, destacando-se os compostos bioativos como os carotenoides, compostos fenólicos e ácido L-ascórbico. A goiaba (*Psidium guajava L.*) pertence à família Myrtaceae, é um fruto do tipo baga, com casca fina, lisa e verde, com polpa vermelha ou branca, de acordo com a variedade. Estes frutos são consumidos principalmente na forma *in natura* ou em forma de doces, sucos, compotas e geleias. O doce em massa convencional de goiaba (goiabada) é uma das principais formas de consumir a goiaba, além do consumo em sua forma *in natura*. Com base nestes aspectos surgiu a proposta deste estudo de realizar determinações dos principais compostos bioativos em goiabas e avaliar a estabilidade destes compostos durante o processamento e estocagem de doce em massa convencional e *light* produzidas com goiabas da variedade vermelha. As goiabas da variedade Paluma (vermelha) e Kumagai (branca), foram adquiridas na EMBRAPA Clima Temperado localizada na cidade de Pelotas. Os frutos foram sanitizados, e posteriormente ocorreu o preparo da polpa e dos doces, que foram armazenados por um período de 12 meses em temperatura ambiente e ao abrigo de luz. Foram realizadas análises de compostos bioativos (carotenoides, compostos fenólicos e ácido L-ascórbico), cor e microbiológicas nos doces a cada 3 meses. As polpas e os doces logo após processados foram analisados quanto à composição proximal e os principais parâmetros físico químicos. Os doces em massa logo após processados também foram submetidos a análises sensoriais através do teste triangular, aceitação e intenção de compra. As composições proximais das polpas de goiabas branca e vermelha, e dos doces apresentaram-se diferentes, assim como os parâmetros físico químicos avaliados. As polpas de goiaba vermelha e branca, e os doces em massa, apresentaram altos teores de compostos fenólicos, e o licopeno foi o principal carotenoide identificado nas polpas de goiaba vermelha e nos doces. O teor de ácido L-ascórbico apresentou-se elevado nas polpas e nos doces estocados pelo período de até 6 meses. Sensorialmente, no teste triangular os julgadores conseguiram diferenciar os doces em massa *light* e convencional, e no teste de aceitação apenas o doce em massa convencional alcançou o valor necessário para ser considerado aceito. Microbiologicamente, exceto aos 12 meses de estocagem, os doces apresentaram-se dentro dos padrões exigidos por legislação. Pelos resultados pode-se constatar que tanto as polpas quanto os doces apresentaram quantidades significativas de compostos com alto potencial antioxidante.

Palavras-chave: compostos bioativos; antioxidantes; goiabada; armazenamento.

Abstract

FREDA, Suzan Almeida. **Sweet Conventional mass and light of guava (*Psidium guajava* L.): Stability of bioactive compounds, microbiological and sensory quality. 2014.** 98f. Dissertation (Master Degree em Nutrição e Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Currently, fruit consumption is increasing mainly due to its nutritional value and its potential health benefits. These foods contain compounds derived from secondary plant metabolism, especially the bioactive compounds such as carotenoids, phenolic compounds and L-ascorbic acid. Guava (*Psidium guajava* L.) belongs to the Myrtaceae family, is a fruit of the berry type, with thin, smooth and green with red or white pulp shell, according to the variety. These fruits are mainly consumed in the form in nature or in the form of sweets, juices, jams and jellies. The conventional sweet mass of guava (goiabada) is one of the main ways to consume guava, beyond consumption in their fresh form. Based on these aspects this study proposed to perform determinations of the major bioactive compounds in guava and evaluate the stability of these compounds during processing and storage of conventional and light sweet mass produced with red guavas variety. The variety of Paluma guava (red) and Kumagai (white), were purchased from EMBRAPA located in the city of Pelotas. The fruits were sanitized, and subsequently it was prepared the pulp and sweets, which were stored for a period of 12 months at room temperature and under light protection. The bioactive compounds (carotenoids, phenolic compounds and L-ascorbic acid), color and microbiological analysis were performed every 3 months. Squashes and sweet mass soon after processed were analyzed for proximate composition and the main physical and chemical parameters. The sweet mass soon after processed were also subjected to sensory analysis through the triangular test, acceptance and purchase intent. Proximal composition of white and red pulp guavas, and sweet mass were different, as well the physical-chemical parameters evaluated. The pulps of red and white guava, and sweet mass, showed high levels of phenolic compounds, and the lycopene was the main carotenoid identified in red guava pulp and sweet mass. The content of L-ascorbic acid showed up high in the pulps and sweets mass stored for up to 6 months. The judges were able to differentiate between light and conventional sweet mass by the triangular test, and by the acceptance testing only the conventional sweet mass obtained the score to be considered accepted. Microbiologically, except for 12 months of storage, the sweets were within the standards requirements by legislation. By the results it can be seen that both the pulps as sweet mass showed significant amounts of compounds with antioxidant potential.

Key-words: bioactive compounds; antioxidants; sweet guava; storage

Lista de Figuras

Figura 1	Unidade do ácido galacturônico.....	21
Figura 2	Representação das ligações intermoleculares entre as cadeias de pectina BTM e o íon cálcio.....	22
Figura 3	Rotas de síntese dos metabólitos secundários.....	25
Figura 4	Estrutura isoprênica dos carotenoides.....	26
Figura 5	Estrutura dos principais carotenoides provenientes de dieta.....	27
Figura 6	Estrutura trans-isômero e cis-isômero do licopeno.....	27
Figura 7	Estruturas de flavonoides comumente encontrados: catequinas e antocianinas.....	29
Figura 8	Estrutura química dos hidroxicinâmicos e hidroxibezóicos.....	30
Figura 9	Reação de oxidação do ácido ascórbico.....	31
Figura 10	Fluxograma da obtenção das polpas de goiaba vermelha e branca.....	34
Figura 11	Cromatograma típico de compostos fenólicos individuais em polpa de goiaba vermelha identificados por HPLC, com coluna em fase reversa e detector UV (280 nm). 1: ácido gálico, 2 e 3: catequina. Gradiente de ácido acético em água (1:99 v/v) e metanol com fluxo de 0,8 mL.min ⁻¹	52
Figura 12	Cromatograma típico de carotenoides identificados em polpa de goiaba vermelha. Análise por HPLC, com coluna em fase reversa e detector UV (450 nm). 1: trans-licopeno e 2: cis-licopeno. Gradiente de metanol: acetonitrila e acetato de etila, com fluxo de 1,0mL/min.....	53
Figura 13	Cromatograma típico de ácido L-ascórbico em polpa de goiaba vermelha. Análise realizada por HPLC com coluna em fase reversa e detector UV (254 nm), gradiente de ácido acético em	

	água 0,1% e metanol com fluxo de 0,8 mL.min ⁻¹	54
Figura 14	Cromatograma típico de carotenoides individuais em doce em massa de goiaba vermelha. Análise por HPLC, com coluna em fase reversa e detector UV (450 nm). 1: trans-licopeno e 2: cis-licopeno. Gradiente de metanol: acetonitrila e acetato de etila, com fluxo de 1,0mL/min.....	57
Figura 15	Resultados do teste sensorial de aceitação dos doces em massa de goiaba.....	59
Figura 16	Gráfico de escala hedônica de 9 pontos na avaliação sensorial de doce em massa de goiaba.....	61
Figura 17	Gráfico de frequência de intenção de consumo na análise sensorial de doce em massa de goiaba.....	61
Figura 18	Conteúdo de compostos fenólicos nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba durante 12 meses de armazenamento.....	63
Figura 19	Conteúdo de carotenoides nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba durante 12 meses de armazenamento.....	64
Figura 20	Conteúdo de ácido ascórbico nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba durante 12 meses de armazenamento.....	65
Figura 21	Percentual de ácido gálico remanescente nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	66
Figura 22	Percentual de catequina remanescente nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	67
Figura 23	Percentual de licopeno remanescente nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de	

	armazenamento.....	68
Figura 24	Atividade antioxidante por EC ₅₀ , nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba durante o período de armazenamento.....	69
Figura 25	Valores da variável L*, na análise de cor nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	70
Figura 26	Valores da variável a*, na análise de cor nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	71
Figura 27	Valores da variável b*, na análise de cor nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	72
Figura 28	Valores da variável Hue, na análise de cor nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	73
Figura 29	Valores da variável L*, na análise de cor nos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	74
Figura 30	Qualidade microbiológica em relação ao conteúdo de bolores e leveduras em doce em massa <i>light</i> e convencional de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.....	75

Lista de Tabelas

Tabela 1	Formulação dos doces em massa convencional e <i>light</i> de goiaba.....	35
Tabela 2	Composição proximal das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces de goiaba elaborados a partir de goiaba vermelha.....	45
Tabela 3	Parâmetros físico químicos das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces de goiaba elaborados a partir de goiaba vermelha.....	47
Tabela 4	Dados da cor das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces de goiaba elaborados a partir de goiaba vermelha.....	49
Tabela 5	Compostos bioativos e atividade antioxidante das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces de goiaba elaborados a partir de goiaba vermelha.....	51

Lista de Abreviaturas e Siglas

ATT	Acidez Titulável Total
ATM	Alto Teor de Metoxilação
BTM	Baixo Teor de Metoxilação
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
DCV	Doce Convencional polpa vermelha
DLV	Doce <i>Light</i> polpa vermelha
HPLC	High performance liquid chromatography
KOH	Hidróxido de Potássio
PA	Para Análise
pH	Potencial Hidrogeniônico
PB	Polpa Branca
PV	Polpa Vermelha
SS	Sólidos Solúveis
T0	Tempo 0
T3	Tempo 3
T6	Tempo 6
T9	Tempo 9
T12	Tempo 12

Sumário

1 Introdução.....	15
2 Hipóteses.....	17
3 Objetivos.....	19
4 Revisão de literatura.....	19
4.1 Goiaba.....	19
4.2 Doce em massa.....	20
4.2.1 Principais ingredientes.....	21
4.3 Compostos bioativos.....	24
4.3.1 Carotenoides.....	26
4.3.2 Compostos fenólicos.....	28
4.3.3 Ácido L-ascórbico.....	30
4.4 Atividade antioxidante.....	32
5 Materiais e métodos.....	33
5.1 Materiais.....	33
5.2 Métodos.....	34
5.2.1 Preparo dos doces.....	34
5.2.2 Análises físico-químicas.....	35
5.2.3 Análise sensorial.....	42
5.2.4 Análise microbiológicas.....	43
5.2.5 Análise estatística.....	44
6 Resultados e discussão.....	45

6.1 Análises das polpas e dos doces em massa.....	45
6.1.1 Análises físico-químicas.....	45
6.1.2 Análise de cor.....	49
6.1.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	51
6.1.4 Análise sensorial.....	58
6.2 Análises dos doces de goiaba durante o período de estocagem.....	62
6.2.1 Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	62
6.2.2 Análise sensorial.....	70
6.2.3 Análise microbiológica.....	74
7 Considerações finais.....	76
Referências.....	77
Apêndices.....	90
Anexos.....	97

1 Introdução

Atualmente, o consumo de frutas e hortaliças tem aumentado principalmente em decorrência do seu valor nutritivo e de seus potenciais efeitos benéficos à saúde. Estes alimentos contêm, além dos macronutrientes, compostos oriundos do metabolismo especializado das plantas, como os compostos bioativos, dos quais muitos possuem propriedades antioxidantes que podem estar relacionadas à prevenção de certas doenças e ao retardo do envelhecimento (LIMA et al., 2002).

Dentre os compostos bioativos destacam-se os carotenoides, compostos fenólicos, antocianinas, ácido L-ascórbico (vitamina C) e tocoferóis (vitamina E), os quais estão amplamente difundidos na natureza, estando presentes em diversas frutas, folhas e flores, atuando como agentes quimiopreventivos e como antioxidantes em sistemas biológicos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997; SOUSA et al., 2007).

A goiaba (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae, é um fruto do tipo baga, com casca fina, lisa e verde, com polpa vermelha ou branca, de acordo com a variedade. Estes frutos são consumidos principalmente na forma *in natura* ou em forma de doces, sucos, compotas e geleias (SOUZA, 2003). Tanto a goiaba vermelha quanto a goiaba branca possuem componentes benéficos à saúde, dentre eles destacam-se a vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides.

Dentre os carotenoides destaca-se o licopeno, que embora não possua atividade provitamina A, atua como antioxidante devido a sua capacidade de sequestrar o oxigênio singlete, sendo duas vezes mais eficiente que o β -caroteno e dez vezes mais eficiente que o α -tocoferol (MATIOLI; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

O licopeno é encontrado em plantas predominantemente na configuração trans-isômero, forma termodinamicamente mais estável, porém são os compostos na configuração cis-isômeros que apresentam maior absorção. A aplicação de calor induz a isomerização do licopeno para a forma cis, aumentando sua biodisponibilidade e conseqüentemente sua absorção pelo organismo humano (RAO; AGARWAL, 2000).

A vitamina C, conhecida como o nutriente essencial que previne o escorbuto, tem aumentado seu interesse nos últimos anos, grande parte devido às descobertas do seu potencial antioxidante (BRAMLEY, 2000).

Os compostos fenólicos pertencem a classe de substâncias químicas que incluem uma grande diversidade de estruturas, simples e complexas, derivadas da fenilalanina e da tirosina, que possuem em sua estrutura pelo menos um anel aromático com um ou mais grupamentos hidroxilas. Este arranjo possibilita a estes compostos eliminar e estabilizar radicais livres, reduzir o oxigênio singlete, atuar nas reações de oxidação lipídica, assim como na quelação de metais (OLIVEIRA et al., 2011).

Dentre os compostos fenólicos considerados bioativos pertencentes aos vegetais são encontrados estruturas variadas, como os ácidos fenólicos, derivados da cumarina, taninos e flavonoides (MELLO; GUERRA, 2002).

Além da busca por alimentos *in natura*, a demanda por alimentos de baixo valor calórico (*light*) estimulou o uso de frutas como ingredientes, pois permitem a obtenção de produtos com características sensoriais agradáveis e com a ingestão reduzida de calorias (LARA et al., 2004).

O doce em massa convencional de goiaba, ou goiabada, é uma das principais formas de consumir a goiaba, além do consumo em sua forma *in natura*. Este produto é obtido pelo cozimento da polpa da fruta com açúcar até a sua completa geleificação, atingindo uma consistência característica. O doce em massa *light* consiste no mesmo produto quando reduzido, no mínimo, de 25% do teor de açúcar (SIQUEIRA et al., 2006).

Com base nestes aspectos surgiu a proposta deste estudo de realizar determinações dos principais compostos bioativos em goiabas e avaliar a estabilidade destes compostos durante o processamento e estocagem de doce em massa convencional e *light* produzidas com goiabas da variedade vermelha, visto que há uma carência de dados sobre este doce em específico.

2 Hipóteses

Há compostos antioxidantes nas polpas vermelha e branca de goiabas e nos doces em massa da goiaba variedade vermelha.

Há quantidade superior de compostos bioativos na polpa de goiaba vermelha em relação à polpa de goiaba branca.

Nos doces em massa de goiaba *light* ocorre maior preservação dos compostos bioativos após o processamento que em relação ao conteúdo nos doces de goiaba convencional.

Durante o armazenamento não há perdas significativas dos compostos bioativos nos doces em massa de goiaba da variedade vermelha.

Não há diferença sensorial significativa entre o doce *light* e convencional de goiaba vermelha.

Não há desenvolvimento microbiológico significativo, durante o tempo de armazenamento dos doces em massa convencional e *light* de goiaba da variedade vermelha.

3 Objetivos

Geral

Determinar o conteúdo dos principais compostos bioativos em goiabas brancas e vermelhas *in natura* e avaliar a estabilidade destes compostos durante o processamento e estocagem de doces em massa convencional e *light* produzidos com goiaba da variedade vermelha.

Específicos

Determinar a composição proximal da polpa da goiaba branca, vermelha e dos doces em massa convencional e *light*, produzidos com a goiaba de variedade vermelha.

Determinar o conteúdo dos principais compostos bioativos: compostos fenólicos, carotenoides e ácido L-ascórbico nas polpas branca e vermelha e nos doces em massa convencional e *light* da variedade vermelha.

Determinar a atividade antioxidante nas polpas branca e vermelha e nos doces em massa convencional e *light* da variedade vermelha.

Verificar a estabilidade dos principais compostos bioativos nos doces em massa convencional e *light* de goiaba da variedade vermelha estocados pelo período de 12 meses em temperatura ambiente e ao abrigo de luz.

Verificar a qualidade microbiológica dos doces convencional e *light* nos diferentes tempos de armazenamento, durante o período de 12 meses.

Avaliar sensorialmente os doces *light* e convencional de goiaba da variedade vermelha, de acordo com o teste triangular, aceitação e intenção de compra.

4 Revisão de literatura

4.1 Goiaba

A goiaba é um dos frutos de maior importância nas regiões tropicais, sendo muito apreciada pelas suas características sensoriais, que lhe conferem sabor e aroma característicos e também pelo seu elevado valor nutricional, apresentando excelente aceitação para o consumo *in natura*, bem como para a aplicação industrial (MENEZES et al., 2009).

A goiaba pertencente à família Myrtaceae, nativa da América Tropical, sendo cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até do estado do Maranhão (PEREIRA, 1995). Os frutos possuem forma esférica, com cerca de 4 a 10 cm de diâmetro, e são cobertos por uma película espessa (exocarpo), que varia da cor verde ao amarelo. Dependendo da variedade, sua polpa pode ser branca ou vermelha, abrigando inúmeras sementes pequenas (MARTIN et al., 2008).

O processo de amadurecimento da goiaba ocorre rapidamente após a colheita, e quando colhidas completamente maduras se conservam apenas por um a dois dias (MANICA et al., 2000).

O fruto é caracterizado por um baixo teor de carboidratos, gorduras, proteínas e alto teor de fibras (OSORIO et al., 2011). Apresenta alto conteúdo em pectina e carotenoides, sendo o licopeno o principal, além de vitaminas, em particular a vitamina C possuindo de 180 a 300 mg.100g⁻¹. As goiabas são consumidas *in natura* ou processadas em forma de sorvetes, sucos, geleias, doces em massa ou purês (MARTIN et al., 2008; SOUZA, 2003).

No Brasil, o maior produtor mundial de goiabas vermelhas, é produzido basicamente para a indústria as variedades "paluma" e "rica", e para o consumo *in natura* as variedades "sassaoka" e "pedro sato" (SOUZA, 2003; NETO et al., 2008).

4.2 Doce em massa

Doce em massa ou 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 pela legislação, até uma consistência apropriada, sendo finalmente, acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005).

No mercado brasileiro a goiabada ou doce em massa de goiaba é um dos produtos industrializados mais consumidos pela classe média baixa e pela parcela de menor poder aquisitivo da sociedade (PEÇANHA et al., 2006; ALMEIDA et al., 2009).

Fatores intrínsecos, como o grau de esterificação da pectina e o pH, afetam o processamento dos doces. Além disso, fatores extrínsecos como pré-processamento da fruta, temperatura de cocção, tamanho da embalagem, tempo e temperatura de geleificação influenciam nas características do produto final (ALBUQUERQUE, 1997).

Os doces de baixo valor calórico (*light*) são formulados através do uso de pectinas BTM (baixo teor de metoxilação), que formam gel na presença de cátions bivalentes, não necessitando da presença de altas concentrações de açúcares (CHIM, 2004). Segundo a legislação, alimentos *light* são aqueles que devem ter, no mínimo, 25% menos de algum componente calórico, seja açúcar, gordura ou sal, dentre outros. Produtos *light* são aqueles que apresentam a redução de qualquer um de seus componentes (açúcar, gordura, proteína) tendo como referência o produto convencional (BRASIL, 1998).

O doce em massa pode ser classificado quanto à consistência em cremoso (pasta homogênea e de consistência mole) e em massa (massa homogênea e de consistência que possibilite o corte). Ainda, é designado pelo nome da fruta acrescido do sufixo "ada", quando se tratar de doce em massa elaborado com uma única espécie de fruta; pela expressão "doce em massa" seguida do nome da fruta ou frutas empregadas na sua elaboração, facultando-se a denominação de "misto" quando for empregada mais de uma espécie de fruta; pela palavra "doce", seguida do nome de espécie ou espécies de vegetais empregadas e da palavra "cremoso", quando se tratar de doce em pasta de consistência cremosa; e os doces em massa

que contenham pedaços de frutas devem ter a designação acrescida das palavras "com pedaços" ou "cascão" (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005).

4.2.1 Principais ingredientes dos doces em massa

Pectina

A pectina é constituída por ácidos pécticos solúveis em água, os quais são compostos de unidades de ácido galacturônico (Figura 1) combinados por ligações α - glicosídicas, com número de metoxilas esterificadas e grau de neutralização variável, que em meio ácido formam géis com sacarose. Podem ser classificadas em pectinas de alto teor de metoxilação (ATM) e pectinas de baixo teor de metoxilação (BTM) (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

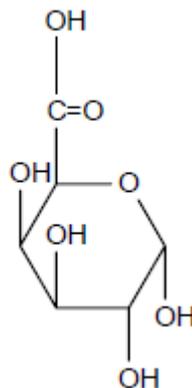


Figura 1- Unidade do ácido galacturônico

Fonte: BOBBIO; BOBBIO, 1989.

A capacidade de geleificação das pectinas é dependente do número de grupos metoxila presentes na molécula. As pectinas BTM não formam gel do mesmo modo que as pectinas ATM, pois possuem menos de 50% de seus grupos carboxílicos esterificados e necessitam de íons bivalentes para a formação da rede do gel, onde normalmente é utilizado o íon Ca^{2+} .

A estrutura tridimensional do gel de pectina BTM envolve sequências de dois ácidos galaturônicos dispostos paralelamente, formando a ponte entre íons Ca^{2+} e carboxilas livres, entrelaçando-as, estando suplementadas por pontes de hidrogênio (Figura 2) (CAMPOS, 1993; CHIM, 2006).

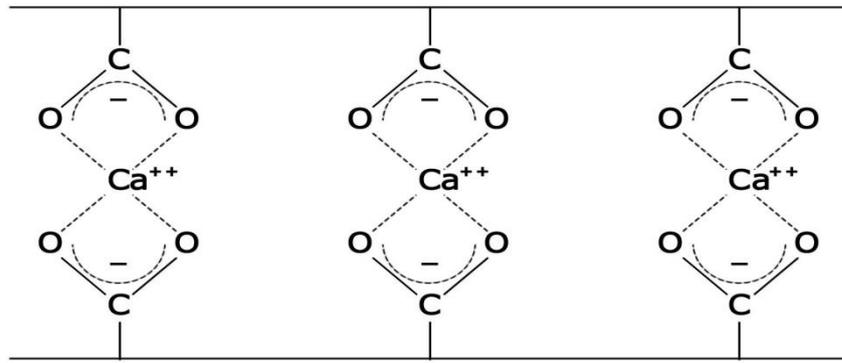


Figura 2 - Representação das ligações intermoleculares entre as cadeias de pectina BTM e o íon cálcio.

Fonte: RIBEIRO; SERAVALLI, 2007.

Para a elaboração de produtos de baixas calorias (*light*) são utilizadas pectinas BTM e do emprego de substitutos de açúcar na formulação. No entanto, formação inadequada de gel da pectina e falhas nas condições para obtenção do produto, resulta em uma textura frágil, podendo até mesmo ocasionar sinerese, desestabilizando a rede do gel (CAMPOS; CÂNDIDO, 1995; VENDRAMELL, CÂNDIDO, CAMPOS, 1997; CHIM, 2006).

Ácido

O ácido também é um constituinte indispensável para a formação do gel, que somente ocorre em determinados valores de pH. Os valores que permitem a formação do gel estão próximos de 3,0. Em valores inferiores a resistência do gel pode ficar excessiva, enquanto que em valores superiores a 3,5 não há a formação do gel, com quantidades normais de sólidos solúveis. Com o aumento do conteúdo de ácido e da pectina é possível conseguir a formação de um gel de boa consistência, com concentrações de sólidos na ordem de 60% (SILVA, 2000).

Os acidulantes permitidos por legislação, na elaboração de doce em massa são os ácidos cítrico, láctico, tartárico ou fosfórico, os quais são empregados como agentes de ajustamento e de correção do pH, quando necessários, sendo utilizados em quantidade suficiente para se atingir o efeito desejado (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005). O ácido cítrico é o mais comumente utilizado pelo seu sabor agradável e percepção imediata.

Conservantes

Conservantes são substâncias que inibem ou controlam o crescimento bacteriano em produtos destinados a alimentação (BRASIL, 1997).

Segundo Petrucci et al. (2011), dentre os compostos com propriedades conservantes mais utilizados em doces de pH ligeiramente ácido, estão os ácidos sórbico e benzoico e seus respectivos sais de sódio, sorbato e benzoato.

O benzoato de sódio é um pó cristalino estável, de sabor suave e adstringente, com solubilidade em água fria de $66\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo que não interfere na coloração dos alimentos. Os benzoatos são eficazes na faixa de pH 2,5-4,0 e perdem boa parte de sua eficiência em $\text{pH}>4,5$, sendo muito eficientes no controle de fungos e leveduras. Devido o benzoato ser mais solúvel, não interferir na coloração dos produtos e por possuir baixo custo quando comparado a outros aditivos antimicrobianos, este se torna o conservante mais utilizado pela indústria de alimentos (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1990; ARAÚJO, 2005).

O ácido sórbico e seus sais são fornecidos ao mercado de forma altamente refinada, em pó ou granulados de cor branca. A forma ácida possui maior poder antimicrobiano e os sais propiciam uma maior solubilidade. Em geral, o ácido sórbico ou o sorbato de potássio são eficazes na maioria dos alimentos em concentrações entre 0,05 e 0,30%. Mesmo quando usado nas maiores concentrações, o efeito no gosto é quase imperceptível (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1990).

Edulcorantes

São substâncias quimicamente diferentes dos açúcares que conferem sabor doce aos alimentos, mas apresentam uma redução calórica em relação à sacarose (BRASIL, 1997).

Também conhecidos como adoçantes, os edulcorantes podem ser naturais (frutose, polióis e stévia) ou sintéticos (sacarina, ciclamato, aspartame e sucralose). Além disso, podem ser classificados como nutritivos, isto é, são calóricos (frutose e polióis) e não-nutritivos, ou seja, isentos de calorias, como a sacarina, o ciclamato, os glicosídeos de steviol e a sucralose. Em todos os casos, o objetivo principal de um adoçante é adoçar os alimentos mesmo em baixa concentração e, ao mesmo

tempo, apresentar um sabor semelhante ao da sacarose (CANDIDO; CAMPOS, 1995).

O ciclamato e a sacarina são uns dos mais utilizados pela indústria brasileira, sendo aproximadamente de 40 a 300 vezes mais doces que a sacarose, respectivamente, e podem ser comercializados sob a forma de cristais brancos ou como pó cristalino e sem odor (MULTON, 1999).

Açúcar

O açúcar, além das substâncias pécticas e do ácido, é outro componente necessário para a formação do gel. O açúcar empregado com maior frequência na fabricação de doce em massa é a sacarose, que é proveniente da cana-de-açúcar ou da beterraba, sendo que suas quantidades, juntamente com a pectina e o ácido, determinam a formação do gel (SILVA, 2000).

A adição do açúcar também promove melhoria da aparência, do sabor e do rendimento do produto. A determinação da quantidade a ser adicionada para a fabricação do doce em massa é muito importante, pois assegura o teor de sólidos solúveis necessários para a formação do gel (SILVA, 2000).

4.3 Compostos bioativos

As plantas produzem uma grande e diversa ordem de componentes orgânicos divididos em metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários possuem função estrutural, plástica e de armazenamento de energia. Os metabólitos secundários ou metabólitos especializados, aparentemente não possuem relação com crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Apesar de nem sempre ser necessário para que uma planta complete seu ciclo de vida, o metabolismo secundário desempenha um papel importante na interação das plantas com o meio ambiente. Uma das principais funções dos compostos gerados são os mecanismos de defesa das plantas. Assim, produtos secundários agem como defesa contra herbívoros, ataque de patógenos, competição entre plantas e atração de organismos benéficos como polinizadores, dispersores de semente e micro-organismos simbiotes. Possuem também ação protetora em relação, a mudanças de temperatura, conteúdo de água, níveis de luz,

exposição aos raios ultravioleta (UV) e deficiência de nutrientes minerais. Os metabólitos secundários dividem-se em três grandes grupos: terpenos, compostos fenólicos e alcaloides (Figura 3) (PERES, 2004, JAKIEMI, 2008).

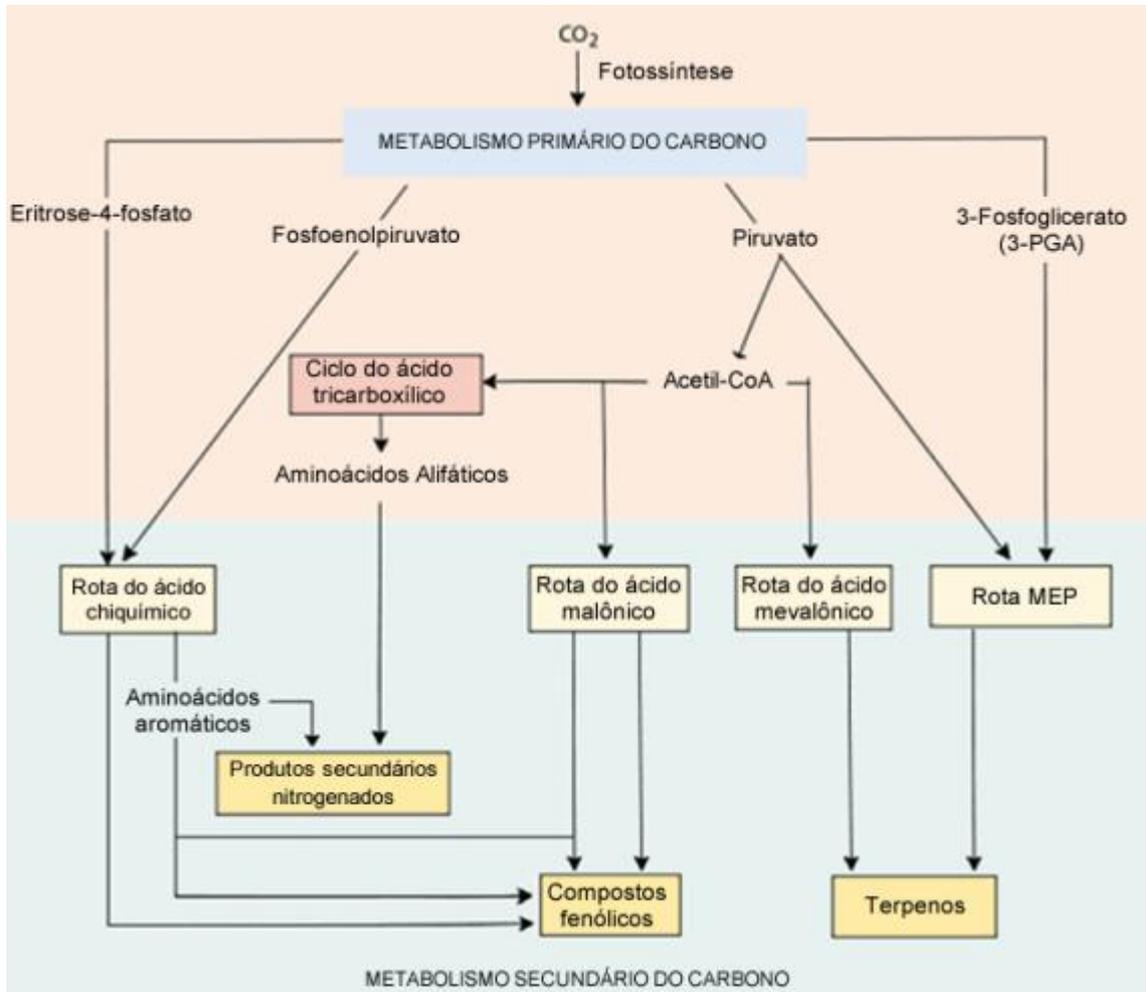


Figura 3 – Rotas de síntese dos metabólitos secundários

Fonte: TAIZ; ZEIGER, 2004.

Os terpenos, dentre eles os carotenoides, são sintetizados partindo de duas rotas metabólicas principais, a do metileritritol (MEP) e a do ácido mevalônico. Os compostos fenólicos são sintetizados a partir das vias do ácido chiquímico, e por fim, os alcaloides são derivados dos aminoácidos aromáticos tirosina e triptofano, que são derivados do ácido chiquímico, e dos aminoácidos alifáticos ornitina e lisina (TAIZ; ZEIGER, 2004; AHARONI; GALILI, 2011; RUTZ, 2013).

4.3.1 Carotenoides

Os carotenoides são constituídos por um grupo de pigmentos naturais que apresentam propriedades muito importantes, destacando-se a capacidade de absorção da energia luminosa, a atividade antioxidante, atividade anticancerígena, o transporte de oxigênio, facilidade de isomerização e oxidação e a atividade pró-vitamínica A de alguns de seus componentes (BIANCHINI; PENTEADO, 1998; RAMOS et al., 2001).

Estes pigmentos de cor vermelha, alaranjada ou amarela, são encontrados nas células vegetais, atuando no processo da fotossíntese, e também estão presentes nas células de protistas e fungos. São insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos e óleos. Apresentam estrutura isoprenóide (Figura 4), geralmente constituídos por 8 unidades de isoprenos, formando uma longa cadeia que pode conter de 2 a 15 duplas ligações conjugadas, o que permite várias configurações cis e trans (MORITZ; TRAMONTE, 2006).

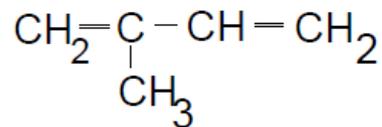


Figura 4 – Estrutura isoprênica dos carotenoides.

Fonte: SILVA, 2001

Foram identificados cerca de 600 carotenoides em fontes vegetais, embora apenas 20 sejam encontrados em tecidos humanos provenientes da dieta (Figura 5). Destes, um dos mais amplamente encontrado é o licopeno (EL-AGAMEY et al., 2004).

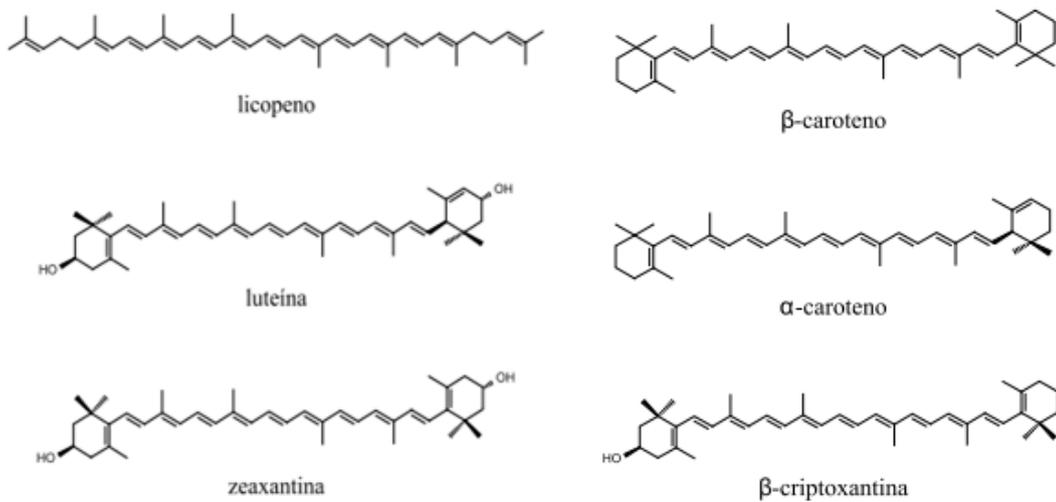
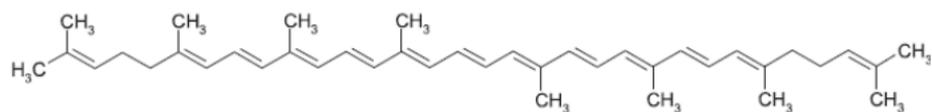


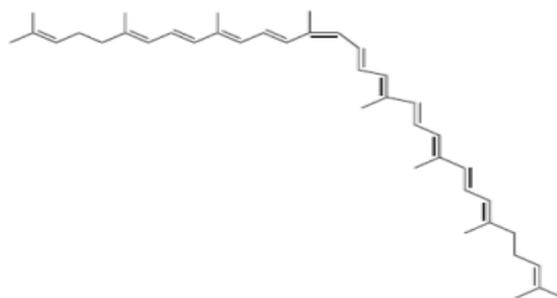
Figura 5 – Estrutura dos principais carotenoides provenientes de dieta.

Fonte: RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008

O licopeno é um carotenoide que não possui atividade pró-vitamina A, pois não apresenta em sua estrutura o anel β-ionona, a qual é responsável por esta característica (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997). Este composto contém 40 átomos de carbono, é lipossolúvel, altamente insaturado, sendo composto por 11 ligações duplas conjugadas e 2 não conjugadas, podendo estar na forma trans ou cis-isômero (Figura 6) (SHAMI; MOREIRA, 2004).



(a)



(b)

Figura 6 – Estrutura trans-isômero (a) e cis-isômero do licopeno (b).

Fonte: RODRIGUES-AMAYA (1997); RAO e AGARWAL (2000).

A presença das duplas ligações conjugadas, além de tornar mais suscetíveis à isomerização, também facilitam a oxidação pela presença de O₂, luz e calor. Esta degradação pode acarretar a perda de cor, da atividade antioxidante e da atividade pró-vitamina A (GONNET; LETHUAUT; BOURY, 2010).

Existem vários fatores que podem interferir na biodisponibilidade do licopeno, mas o principal fator é a sua forma isomérica (BRAMLEY, 2000).

O licopeno presente nos alimentos *in natura* apresenta-se majoritariamente na forma de trans-isômero (80 – 97%), porém são os cis-isômeros a forma melhor absorvida e mais encontrada no corpo humano, devido ao menor impedimento estérico da sua cadeia e sua melhor solubilidade nas micelas (MORITZ; TRAMONTE, 2006).

O processamento térmico de alimentos aumenta a biodisponibilidade de licopeno, devido ao rompimento da parede celular, com consequente liberação em sua forma isomérica cis. Com isso, molho de tomate e purê de tomate, por exemplo, são tidos como melhores fontes biodisponíveis de licopeno do que as demais fontes de alimentos não cozidos, tais como o tomate cru (MORITZ; TRAMONTE, 2006).

Jacques et al. (2009) relata a presença de carotenoides em diversos vegetais, como tomate, mamão papaia, pitanga, manga, alface, cenoura, e goiabas. Em estudo realizado por Rodriguez-Amaya e Porcú (2004) durante o processamento de goiaba, na forma de polpa, goiabada e guatchup, os autores relatam que os teores de licopeno destes produtos foram respectivamente de 134,0µg, 83,9µg e de 98,3µg de licopeno.g⁻¹.

4.3.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos estão amplamente distribuídos no reino vegetal. São definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (SHAHIDI; NACZK, 1995).

As frutas, principalmente as que apresentam a coloração vermelha ou azul, constituem-se nas mais importantes fontes de compostos fenólicos em dietas alimentares (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKY, 2004).

Esta classe de compostos apresenta uma grande diversidade e divide-se em flavonóides (polifenóis) e não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos) (SILVA et al., 2010a). Os flavonóides são os que apresentam a estrutura química descrita

basicamente como C6-C3-C6, e compreendem um grupo de compostos fenólicos amplamente distribuídos nas frutas e nos vegetais, apresentando-se sob muitas variações como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas (Figura 7a), antocianinas (Figura 7b), isoflavonas e chalconas (SILVA et al., 2010a; OLIVEIRA, 2011).

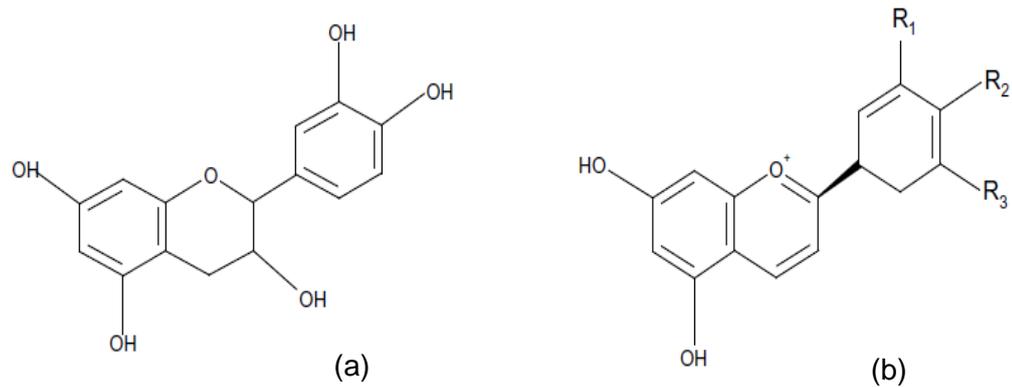


Figura 7 – Estruturas de flavonoides comumente encontrados: catequinas (a) e antocianinas (b).

Fonte: SILVA et al., 2010a.

Os principais compostos fenólicos não-flavonóides são derivados dos ácidos hidroxicinâmicos (Figura 8a) (ésteres dos ácidos caféico, cumárico e felúrico), possuindo estrutura química básica C6-C3; e dos ácidos hidroxibenzóicos (Figura 8b) (ácidos salicílico, gálico, elágico, protocatéico e vanílico), que apresentam estrutura disposta na forma C6-C1 (CHITARRA; CHITARRA, 2005; ANGELO; JORGE, 2007; SILVA, et al., 2010a).

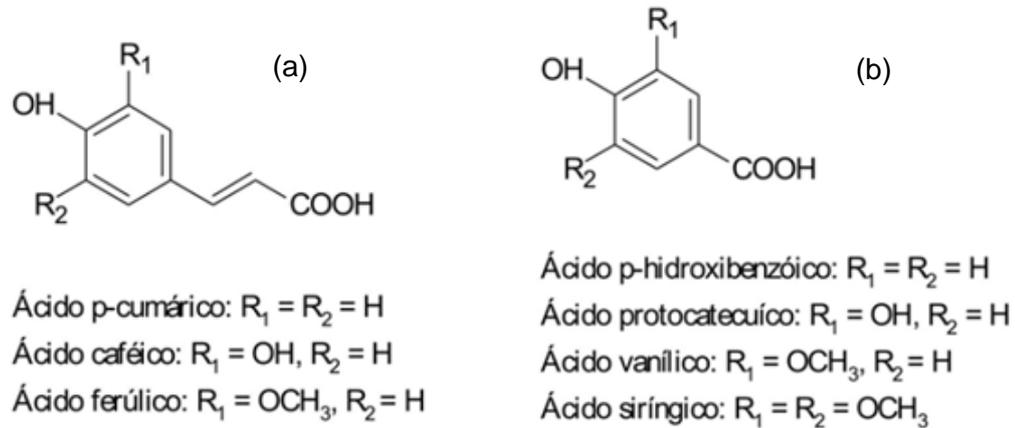


Figura 8 – Estrutura química dos hidroxicinâmicos (a) e hidroxibenzóicos (b).

Fonte: ÂNGELO; JORGE, 2007.

Haida et al. (2011), em seus estudos com polpa de goiaba branca e vermelha, encontraram valores de compostos fenólicos totais que variavam de 1650 a 1740mg de ácido gálico (EAG).100g⁻¹ de amostra.

4.3.3 Ácido L-Ascórbico

O ácido L-ascórbico é hidrossolúvel e muito sensível a diversas formas de degradação, como pela temperatura, concentração de sal e açúcar, pH, oxigênio, enzimas e catalisadores metálicos. É amplamente distribuída nos produtos de origem vegetal, sendo encontrado, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças (FENNEMA, 1993; MANELA-AZULAY, 2003; BARCIA et al., 2010).

O ácido L-ascórbico encontra-se na natureza sob a forma reduzida ou oxidada (ácido L-ascórbico e ácido dehidroascórbico), porém a forma oxidada está menos difundida nas substâncias naturais (BARCIA et al., 2010).

A transformação do ácido ascórbico em ácido dehidroascórbico ocorre normalmente no interior do organismo e é reversível, permitindo que uma de suas substâncias possa sempre ser transformada na outra. Porém o ácido dehidroascórbico pode ser convertido irreversivelmente para ácido 2,3 dicetogulônico, que não apresenta atividade vitamínica (Figura 9) (TAVARES et al., 2000).

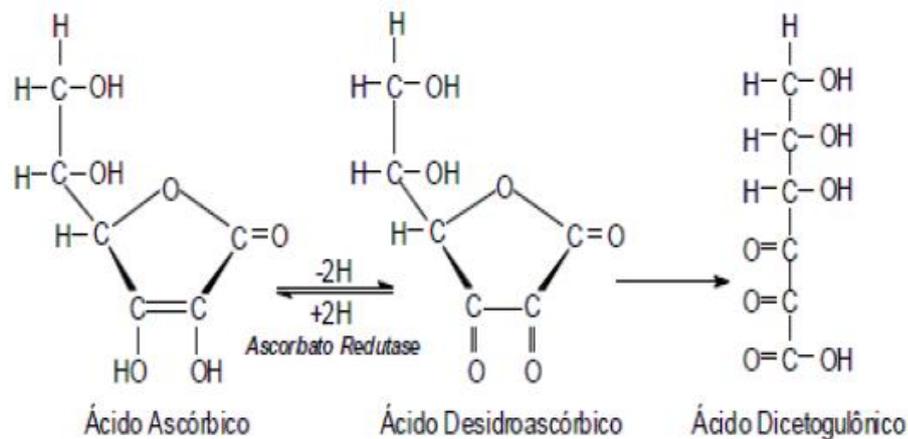


Figura 9 – Reação de oxidação do ácido ascórbico.

Fonte: TAVARES, 2003.

O ácido ascórbico atua como antioxidante em alimentos, atuando de diversas maneiras: na remoção do oxigênio, prevenindo, portanto, a oxidação de constituintes sensíveis do alimento e na regeneração de antioxidantes; além de atuar sinergicamente com os agentes complexantes e, ou; na redução de produtos indesejáveis da oxidação (RAMALHO, 2005).

O ácido L-ascórbico está amplamente distribuído na natureza em altas concentrações, além de apresentar 100% de atividade de vitamina. O ácido L-dehidroascórbico possui cerca 75 a 80% de atividade vitamínica, existindo normalmente um equilíbrio entre as duas formas, sendo o teor de vitamina C total resultante do somatório dos teores de ambos os ácidos (TAVARES et al., 2003).

A quantidade de vitamina C estimada nos alimentos é afetada por diversos fatores: estação do ano, transporte, estágio de maturação, tempo de armazenamento e modo de cocção. As melhores fontes são as frutas, verduras e os legumes crus. Por ser muito sensível, esta vitamina é facilmente destruída tanto pelo calor (durante o cozimento dos alimentos), quanto pelo oxigênio (ar) e luz (COZZOLINO, 2005).

Segundo a literatura, as goiabas são ricas em vitamina C, principalmente na forma *in natura*, mas também quando na forma de doces, sucos, compotas e geleias, com concentrações variando de 180 a 300mg.100g⁻¹ (SOUZA, 2003)

4.4 Atividade Antioxidante

Antioxidantes são substâncias capazes de inibir a oxidação, diminuindo a concentração dos radicais livres no organismo e/ou quelando íons metálicos, prevenindo a peroxidação lipídica (BARREIROS et al., 2006). Estão incluídas moléculas que interagem com as espécies radicalares, as quais são consumidas durante a reação, incluindo os antioxidantes naturais e sintéticos (JACQUES; ZAMBIAZI, 2011).

As frutas e hortaliças em geral contêm diferentes compostos bioativos que apresentam capacidade antioxidante, a qual está relacionada com o retardo do envelhecimento e a prevenção de várias doenças, devido as suas propriedades de reagir com os radicais livres, protegendo os tecidos do organismo humano contra o estresse oxidativo e patologias associadas ao câncer, doenças coronarianas e processos inflamatórios (TAPIERO et al., 2002).

Estas evidências epidemiológicas crescentes do papel de alimentos antioxidantes na prevenção de certas doenças têm conduzido ao desenvolvimento de grande número de métodos para determinar a capacidade antioxidante (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURACALIXTO, 2006). Estes métodos podem ser baseados na captura do radical peroxila, poder de redução do metal, captura do radical hidroxila (método de desoxirribose), captura do radical orgânico, quantificação de produtos formados durante a peroxidação de lipídios, entre outros (FRANKEL; MEYER, 2000; SÁNCHEZ-MORENO, 2002; ARUOMA, 2003).

5 Materiais e métodos

5.1 Materiais

As goiabas da variedade Paluma (vermelha) e Kumagai (branca), safra 2012, foram adquiridas na EMBRAPA Clima Temperado (Pelotas-RS), cuja localização geográfica é de: 31°40'47"S e 52°26'24"W; 60m de altitude. A classificação do clima da região, segundo a classificação Köppen é do tipo "Cfa" - clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes. Após a colheita, cerca de 18kg de goiaba da variedade vermelha e 3kg de goiaba da variedade branca, os frutos foram levados para o laboratório onde foram sanitizados por imersão com solução de hipoclorito de sódio a 200ppm por 10 minutos. Após lavou-se os frutos com solução de hipoclorito de sódio a 2ppm, seguindo para posterior descasque e corte longitudinal para a retirada da semente. Na sequência foram processados para obtenção da polpa. Porções de 300g de cada variedade de polpa de goiaba foram congeladas em ultrafreezer (-80 °C) até o momento da realização do processamento e das análises (Figura 10). A sanitização, o preparo da polpa e dos doces em massa foram realizados no laboratório de processamento do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, assim como a execução dos testes sensoriais. As análises microbiológicas, de qualidade e composição proximal foram realizadas nos laboratórios da Faculdade de Nutrição. As análises de compostos bioativos foram realizadas no Laboratório de Cromatografia do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas.

Os reagentes utilizados para análises de qualidade, composição proximal e análises espectrofométricas foram de grau P.A. (Para Análise) e para as análises por cromatografia líquida de alta eficiência foram de grau HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

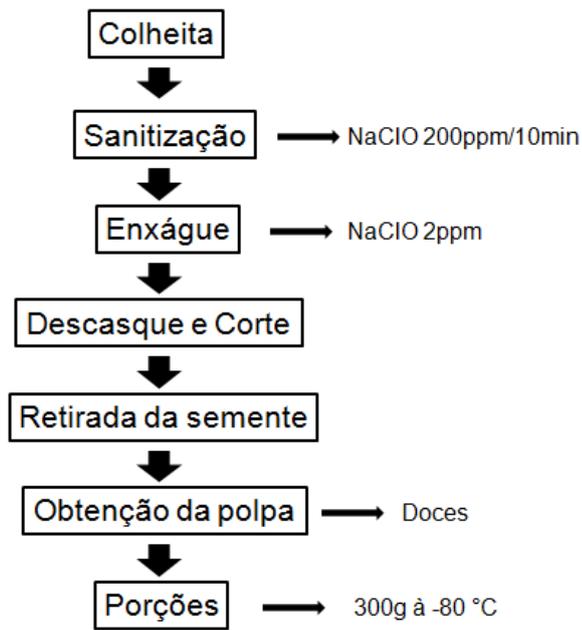


Figura 10 – Fluxograma da obtenção das polpas de goiaba vermelha e branca.

5.2 Métodos

5.2.1 Preparo dos doces

Com a polpa de goiaba vermelha foram preparadas duas formulações de doces em massa: convencional e *light*. Optou-se como base para as formulações, os trabalhos desenvolvidos por Jacques et al. (2009) e Chim et al. (2006), tabela 1.

Tabela 1 – Formulação dos doces em massa convencional e *light* de goiaba.

Ingredientes	Doces	
	Convencional	Light
Polpa de goiaba (%)*	50	65
Açúcar (%)*	50	35
Pectina ATM (%)**	1	-----
Pectina BTM (%)**	-----	2
Ácido cítrico (%)**	0,5	0,5
Benzoato de sódio (%)*	0,02	0,02
Sorbato de potássio (%)*	0,02	0,02
Cloreto de cálcio (mg.g ⁻¹ de pectina)	-----	50
Sacarina e Ciclamato***	-----	1:1

* Em relação ao peso total, ** Em relação ao peso do açúcar, *** Substituição dos 30% (em peso) do açúcar removido.

A polpa, o açúcar, a pectina e os edulcorantes (para o doce *light*) foram misturados e submetidos ao aquecimento (100 - 110°C) até atingir o teor final de sólidos desejados: 75 °Brix para o doce tradicional, com tempo de aquecimento em torno de 30 minutos; e de 59 °Brix para o doce *light*, com tempo de aquecimento próximo de 20 minutos. Após ter atingido o teor de sólidos desejado, os doces foram retirados do aquecimento e acrescidos de ácido cítrico (0,5%) e dos conservantes, e na formulação *light* foi adicionado ainda o cloreto de cálcio (50mg/g de pectina BTM).

Os doces em massa foram envazados a quente em recipientes de polietileno tereftalato (PET), vedados e armazenados durante 12 meses à temperatura ambiente, ao abrigo de luz.

5.2.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas de sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez total titulável, umidade, resíduo mineral fixo, teor de açúcares, proteínas, gorduras e fibras foram realizadas nas goiabas *in natura* e nos doces em massa da

variedade vermelha logo após processados. As análises sensoriais de teste triangular, aceitação e intenção de compra também foram aplicadas nos doces em massa da variedade vermelha logo após o processamento. As análises de compostos bioativos, cor e microbiológicas foram realizadas em 5 tempos: T0 (Tempo 0 – sem armazenamento), T3 (Tempo 3 – 3 meses de armazenamento), T6 (Tempo 6 – 6 meses de armazenamento), T9 (Tempo 9 – 9 meses de armazenamento) e T12 (Tempo 12 – 12 meses de armazenamento).

Sólidos solúveis Totais (SST)

A medida dos sólidos solúveis foi realizada com o auxílio de refratômetro digital Atago Palette. Após a aferição do refratômetro, na qual foi feita com água destilada, a amostra foi adicionada no prisma onde foi realizada a leitura expressa em °Brix (A.O.A.C., 2005).

Potencial hidrogeniônico (pH)

Corresponde a leitura do teor de íons hidrogênios efetivamente dissociados na solução, que foi realizada com o auxílio do pHmetro (PHMETERDIGIMED DM-20), onde foi calibrado com os tampões 4,0 e 7,0. A leitura foi realizada diretamente na amostra pastosa (polpa da goiaba). Na amostra sólida (doce em massa), foi pesado 10g em béquer de 250 mL e adicionado 100mL de água a 25 °C, onde passou por uma homogeneização para então se fazer a leitura do pH (A.O.A.C., 2005).

Acidez titulável total (ATT)

Baseia-se em titular com soluções alcali-padrão todos os ácidos, dissociados ou não. Após pesar em torno de 5g de amostra em erlenmeyer de 250mL, foi diluído em 100mL de água destilada, filtrado e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1N até atingir pH 8,1. O resultado foi expresso em % de ácido cítrico (A.O.A.C., 2005).

Umidade

Foi baseada na perda de peso da amostra quando submetida ao aquecimento em estufa (QUIMIS) a 105 °C, em condições na qual a água presente é removida. Os resultados foram expressos em % de umidade (A.O.A.C., 2005).

Resíduo mineral fixo

O teor de resíduo mineral fixo (cinzas) foi medido em relação ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica em mufla (LAVOISIER) a altas temperaturas (550 °C). A água e voláteis são vaporizados, e as substâncias orgânicas são queimadas na presença de oxigênio do ar, formando dióxido de carbono e nitrogênio. Os resultados foram expressos em % de cinzas (A.O.A.C., 2005).

Açúcares redutores

Dissolveu-se 10 a 20 gramas de amostra em água e titulou-se sobre soluções de Fehling, utilizando azul de metileno como indicador. Os resultados foram expressos em % glicídios redutores em glicose (A.O.A.C., 2005).

Açúcares totais

Retirou-se uma alíquota da amostra preparada para a determinação dos açúcares redutores, hidrolizou-se com ácido, neutralizou-se e se procedeu à titulação sobre soluções de Fehling, utilizando azul de metileno como indicador. Os resultados foram expressos em % açúcares totais em glicose (A.O.A.C., 2005).

Açúcares não redutores

Calculou-se pela diferença de acordo com a equação 1 (eq.1).

$$\text{Açúcares não redutores em sacarose (\% p/p)} = [\% \text{ Açúcares totais} - \% \text{ Açúcares redutores}] \times 0,95 \text{ (eq.1) (A.O.A.C., 2005)}$$

Gorduras

Foi realizada pelo Método Soxhlet de extração, utilizando extrator Quimis 308.26. Foi pesado em torno de 5g de amostra, e extraiu-se com éter de petróleo. Os resultados foram expressos em % de lipídeos (A.O.A.C., 2005).

Proteínas

Baseou-se no método de Kjeldahl, utilizando 2g de amostra, seguindo os passos de digestão (digestor GERHARDT), destilação (destilador CIENLAB) e titulação. Os resultados foram expressos em % de proteína bruta (A.O.A.C., 2005).

Fibras

O método determina como fibra bruta, a perda que decorre da incineração do resíduo seco, em mufla a 550 °C por 3 horas, resultante da digestão da amostra em mufla Quimis modelo 326.26, com ácido sulfúrico e hidróxido de sódio, diluídos. Os resultados foram expressos em % de fibras (A.O.A.C., 2005).

Cor

A coloração foi medida com o emprego do colorímetro Minolta (CR-300), com fonte de luz D 65, com 8 mm de abertura no padrão C.I.E. $L^*a^*b^*$, no qual o eixo L^* (luminosidade) varia do preto (0) ao branco (100); o eixo a^* , do verde (-a) ao vermelho (+a) e o eixo b^* , do azul (-b) ao amarelo (+b). Os valores a^* e b^* são usados para calcular o ângulo Hue ($^{\circ}h^* = \tan^{-1}b^*.a^{*-1}$). O croma (C^*) expressa à saturação ou intensidade da cor, enquanto o ângulo de matiz (h°) indica a cor observável e é definido como iniciando no eixo $+a^*$, em graus, em que 0° é $+a^*$ (vermelho), 90° é $+b^*$ (amarelo), 180° é $-a^*$ (verde), e 270° é $-b^*$ (azul).

Total de carotenoides

Seguiu-se o método descrito por Rodriguez-Amaya (2001) com pequenas modificações. Pesou-se 5g de amostra e 2g celite, foi adicionada acetona gelada,

agitando-se o conteúdo em ultraturrax (TURRATEC TE-102) por 2 minutos. O material foi filtrado e lavado com acetona até que o extrato ficasse incolor. O filtrado foi transferido para um funil de separação, onde foi acrescentado 30mL de éter de petróleo e 30mL de água destilada. Descartou-se a fase inferior, adicionou-se novamente água destilada e repetiu-se o procedimento por 4 vezes para ocorrer a remoção total da acetona. Transferiu-se o extrato superior para um balão volumétrico de 50mL, completando-se o volume com éter de petróleo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (JENWAY 6705 UV/Vis) a 470nm, usando éter de petróleo como branco, sendo o conteúdo de carotenóides determinado pela equação 2, e os resultados expressos em μg de licopeno. g^{-1} de amostra.

$$C = \frac{\text{ABS} \times 50\text{mL} \times 1000000}{2592 \times 100 \times \text{g}} \quad (\text{eq. 2})$$

Onde:

C = Conteúdo de carotenóides da amostra

ABS = Absorbância

g = gramas de amostra

Carotenoides individuais

Do extrato que foi avolumado em balão volumétrico de 50mL e utilizado para realizar a leitura em espectrofotômetro do conteúdo total de carotenoides, foi retirado uma alíquota de 25mL. A esta foi adicionado solução de KOH 1,5M em etanol, realizando-se então a saponificação a frio por 18h no escuro. Após adicionou-se éter de petróleo para ocorrer a separação das fases, removendo o extrato que foi concentrado em rotaevaporador à 35 °C e redissolvido na fase móvel inicial (metanol:acetonitrila, 30:70 v/v). O extrato diluído foi transferido para tubos de eppendorf e centrifugado nas condições de 3420 g por 10 minutos. Alíquotas de 25 μL do sobrenadante foram injetadas em um sistema HPLC-Shimadzu, com injetor automático, detector UV-visível a 450nm, coluna de fase reversa Ultracarb ODS (30) (5 μm , 4,6mm x 150mm) com fase estacionária octadecil e uma coluna de guarda CLC-GODS (4) com fase estacionária de octadecil, ambas pré acondicionadas a 25 °C. A separação foi efetuada utilizando um sistema de eluição por gradiente de

metanol, acetonitrila e acetato de etila, com um fluxo de $1\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$, iniciando a análise com a fase móvel composta de 30% de metanol e 70% de acetonitrila, na qual permaneceu por 10 minutos; sendo modificada gradualmente para 20% de metanol, 70% de acetonitrila e 10% de acetato de etila até os 25 minutos; após modificada gradualmente para 10% de metanol, 70% de acetonitrila e 20% de acetato de etila até os 35 minutos; seguindo a 20% metanol, 70% acetonitrila e 10% acetato de etila até 45 minutos; a partir dos quais retornou a fase móvel inicial até os 60 minutos. Para a identificação e quantificação dos compostos foram utilizadas curvas de padrões preparadas com os padrões cromatográficos correspondentes a β -caroteno (Bio Chemika, $\geq 98,0\%$), luteína (Sigma, $\geq 98,0\%$), zeaxantina (ChromaDex, $\geq 83,6\%$) e licopeno (ChromaDex, $\geq 74,7\%$), sendo os resultados expressos em μg do composto. g^{-1} de amostra (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Total de compostos fenólicos

Para a quantificação do total de compostos fenólicos foi utilizado a metodologia descrita por Swains e Hillis (1959), com pequenas modificações. Na extração dos compostos fenólicos, 5g de amostra foram adicionadas de 20mL de álcool metílico, sendo estes submetidos a agitação em ultraturrax (TURRATEC TE-102) por 2 minutos e levados a centrifuga a 3420g por 20 minutos. Para a realização da reação, em um tubo de Falcon foram adicionados 4mL de água destilada, 150 μL de álcool metílico, 100 μL do extrato e 250 μL de solução de Folin-Ciocalteau 0,25M, agitou-se, deixando-se reagir por 3 minutos. Após este período foram adicionados 500 μL de carbonato de sódio 1M deixando reagir por 2h, sendo então realizada a leitura em espectrofotômetro (JENWAY 6705 UV/Vis.) em 725nm. Para a quantificação dos compostos fenólicos utilizou-se uma curva padrão preparada com ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg de equivalente de ácido gálico (EAG). 100g^{-1} de amostra.

Compostos fenólicos individuais

A extração dos compostos fenólicos foi realizada segundo o método descrito por Häkkinen, Karenlampi e Heinonen (1998), com adaptações. Cerca de 2,5 g de amostra foram dissolvidas em 15mL de metanol e após foram adicionados 2,45mL

de ácido clorídrico p.a. O extrato foi homogeneizado em banho (DUBNOFF) de água à 35 °C, na ausência de luz por 24h. Após este período, a mistura foi filtrada e o sobrenadante foi avolumado em balão de 25mL com metanol HPLC. Retirou-se uma alíquota e centrifugou-se a 3420g por 10 minutos do sobrenadante para injetar no cromatógrafo 30µL. O cromatógrafo consistiu no sistema HPLC-Shimadzu, com injetor automático, detector UV-visível a 280nm, coluna de fase reversa RP-18 CLC-ODS (5µm, 4,6mm x 150mm) com fase estacionária octadecil e uma coluna de guarda CLC-GODS (4) com fase estacionária de octadecil, ambas pré acondicionadas a 25 °C.

A fase móvel consistiu no gradiente de eluição utilizando solução aquosa de ácido acético (99:1, v/v) e metanol, com fluxo de 0,8mL.min⁻¹, e um tempo total de corrida de 45 minutos, segundo metodologia descrita por Zambiasi (1997). O gradiente consistiu inicialmente de 100% de solução aquosa de ácido acético (99:1, v/v), permanecendo até os 25 minutos; a partir dos quais foi modificada para 60% de metanol e 40% de solução aquosa de ácido acético (99:1, v/v) gradualmente até 37 minutos; sendo então modificada para 95% de solução aquosa de ácido acético (99:1, v/v) e 5% de metanol gradualmente até os 42 minutos; retornando a fase móvel inicial aos 45 minutos. Os compostos fenólicos individuais foram identificados e quantificados com base da curva de calibração de padrões, os quais foram dissolvidos em metanol, incluindo a quercetina (Sigma, ≥ 98,0%), ácido ferúlico (Sigma Aldrich, ≥ 99,0%), epicatequina (Sigma, ≥ 90,0%), ácido gálico (Fluka, ≥ 98,0%), ácido elágico (Fluka, ≥ 96,0%), catequina (Sigma ≥ 98,0%), miricetina (Bio Chemika, ≥ 95,0%) e kaempferol (Bio Chemika, ≥ 95,0%). Os resultados foram expressos em mg do composto.100g⁻¹ amostra.

Ácido L-Ascórbico

Seguiu-se a metodologia descrita por VINCI et al. (1995), com poucas modificações. Aproximadamente 10g de amostra foi pesada, sendo adicionado solução de ácido metafosfórico (4,5%) em água ultra pura e deixado em repouso por 1 hora em local protegido da luz. Após foi filtrado e avolumado em balão de 50mL. O sobrenadante da filtragem foi centrifugado a 3420g por 10 minutos em tubos de eppendorf. Alíquota de 10µL do sobrenadante foi injetada em cromatógrafo HPLC-Shimadzu equipado com sistema detector de UV em coluna de fase reversa RP-18

CLC-ODS (5 μ m, 4,6mm x 150mm) com fase estacionária octadecil e uma coluna de guarda CLC-GODS (4) com fase estacionária de octadecil, ambas pré acondicionadas a 25 °C.

As análises foram realizadas nas condições cromatográficas de fluxo de 0,8mL/min com detecção a 254nm, tendo como fases móveis solução de ácido acético 0,1% em água ultra pura e metanol 100%. Utilizou-se uma curva de calibração de ácido L-ascórbico como padrão, sendo os resultados expressos em mg de ácido L-ascórbico.g⁻¹ de amostra.

Atividade antioxidante

Foi utilizada a metodologia EC₅₀ [50% de inibição do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil)] descrita por Rufino et al. (2007), com pequenas modificações. Foram pesados cerca 4g de amostra para as polpas e 10g para os doces, adicionou-se metanol P.A. e homogeneizou-se em ultraturrax (TURRATEC TE-102) por 2 minutos. A diferença de peso foi levada em consideração nos cálculos, e se deve ao fato de que muitos dos compostos bioativos com atividade antioxidante terem a possibilidade de degradação ao longo do tempo, facilitando assim as diluições.

Em seguida foram levados a centrifuga a 3420g por 20 minutos, onde posteriormente foram filtrados e obtido o extrato. A partir do extrato foram realizadas diversas diluições em metanol, para as polpas (concentração 0,20; 0,15; 0,10; 0,05; 0,01g/mL) e para os doces (concentração 0,50; 0,40; 0,35; 0,25; 0,15; 0,10; 0,05g/mL).

Em ambiente escuro transferiu-se de 0,1mL de cada diluição para tubos de ensaio com 3,9mL do radical DPPH, previamente preparado, homogeneizando-se. Foram realizadas leituras em espectrofotômetro em 515nm.

A partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, foi plotado a absorbância no eixo Y e a diluição (mg/mL) no eixo X e para ser obtida equação da reta para determinar o EC₅₀.

5.2.3 Análise Sensorial

As análises sensoriais foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, com o doce em

massa convencional e *light* de goiaba da variedade vermelha, logo após o processamento, pelos testes triangular e de aceitação.

Para a realização dos testes foram convidadas 50 julgadores não treinados de ambos os sexos e sem idade específica, todas presentes no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas.

Teste triangular

O teste seguiu a metodologia descrita por Dutcosky (2007), onde cada julgador recebeu três amostras codificadas e foi informado que duas amostras eram iguais e uma diferente. Em seguida, foi solicitado que este provasse as amostras da esquerda para direita e identificasse a diferente marcando na ficha do teste (Apêndice A). As amostras foram servidas em todas as combinações possíveis.

Teste de aceitação

Os julgadores receberam duas amostras separadamente para avaliar o grau de desgostar do produto. Foi utilizado uma ficha com a escala hedônica de 9 pontos, onde o valor 9 refere-se a expressão gostei muitíssimo e o valor 1 a desgostei muitíssimo. Em seguida os julgadores marcaram sua intenção de compra (Apêndice B). As amostras foram servidas em recipientes plásticos de 50 mL com cerca de 20 g de amostra, realizando o teste em cabines individuais.

5.2.4 Análise Microbiológica

Foi realizada a análise de fungos, pois são os parâmetros microbiológicos exigidos pela legislação (BRASIL, 2001), nos doces *light* e convencional em todos os tempos de armazenamento.

A análise foi realizada de acordo com Silva et al. (1997), onde foi utilizado como meio de cultura o ágar batata dextrose (BDA) acidificado com solução de ácido tartárico 10% até atingir pH 3,5. Foram pesados 25g de amostra e adicionada em 225 mL de diluente 0,1%. A partir desta diluição (10^{-1}) efetuou-se as demais diluições até 10^{-3} .

Após o preparo da amostra foi inoculado 0,1mL das diluições selecionadas sobre o meio de cultura solidificado até sua completa absorção. Foi utilizado duplicata da diluição.

A incubação foi realizada a 25 ± 1 °C por 5 dias, em incubadora de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD), para posterior leitura. Os resultados foram expressos UFC.g⁻¹ ou Log UFC.g⁻¹.

5.2.5 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de Variância (ANOVA) e ao teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de 5% de significância, referentes às triplicatas. Foi utilizado o programa estatístico SAS v8.

6 Resultados e discussão

6.1 Análises das polpas e dos doces em massa

6.1.1 Análises físico-químicas

Os resultados da composição proximal das polpas de goiaba das variedades branca (PB) e vermelha (PV), e dos doces em massa convencional e *light* elaborados a partir da polpa de goiaba vermelha, estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2 – Composição proximal das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces de goiaba elaborados a partir de polpa de goiaba vermelha.

Composição (%)	Polpa		Doces	
	PB	PV	DCV	DLV
Umidade	90,45 b	91,20 aA	25,38 C	42,19 B
Lipídeos	0,11 a	0,10 bA	0,67 B	069 B
Proteínas	0,70 a	0,54 bB	0,73 A	0,71 A
Resíduo mineral fixo	0,29 b	0,32 aB	0,42 A	0,43 A
Fibras	5,85 a	3,38 bA	2,02 B	2,07 B
Carboidratos	2,60 b	4,46 aC	70,78 A	53,91 B

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PB = Polpa Branca; PV = Polpa Vermelha; DCV = Doce Convencional polpa Vermelha; DLV = Doce *Light* polpa Vermelha.

Pode-se observar que todos os parâmetros analisados apresentaram valores que diferiram significativamente entre as polpas.

A umidade apresentou-se elevada tanto para polpa branca quanto para polpa vermelha, o que é comum para as frutas em geral, que apresentam conteúdos em torno de 90%. O alto teor de umidade também é uma das características comuns de frutos da família Myrtaceae (VALLILO et al., 2005).

O conteúdo de lipídeos encontrado para ambas as variedades de goiaba foram inferiores quando comparado à literatura. McCook-Russell et al. (2012) encontraram 0,97% de gordura em polpa de goiaba vermelha. Lajolo (2005), ao analisar polpa de goiaba branca encontrou conteúdo de 0,54% de lipídeos. Ambos resultados apresentaram conteúdos superiores ao encontrado neste estudo.

Boarim e Balbach (2002) obtiveram como resultado para polpa de goiaba vermelha 0,75% de proteína, valor que difere com o encontrado no presente estudo (0,54%). Em goiaba branca, Lajolo (2005) encontrou 0,68% de proteína, resultado similar ao observado na tabela 2.

De acordo com a literatura, o conteúdo mineral fixo (cinzas) foram de 0,44% e 0,72%, para polpa de goiaba branca e vermelha, respectivamente (VALLILO et al., 2005; SOUSA, et al., 2011), conteúdos superiores ao do presente estudo.

A goiaba apresenta conteúdo apreciável de fibras entre as frutas, as quais contem entre 1,0 – 7,0%. O conteúdo de fibras encontrado nas goiabas analisadas neste estudo foi de 3,4 – 5,9%, apresentando-se superior a outros frutos como abacaxi (2,3%), maçã (2,3%) e manga (1,0%) (RAMULU; RAO, 2003; THAIPONG et al., 2006).

Para o conteúdo de carboidratos, o qual foi calculado por diferença, a polpa de goiaba vermelha apresentou praticamente o dobro do conteúdo em relação à goiaba branca. Este conteúdo pode parcialmente ser explicado ao observar-se a tabela 2, onde o conteúdo de fibras e proteínas apresentam-se com quantidades significativamente superiores na polpa branca.

Pelos dados da composição proximal da polpa de goiaba vermelha (PV) e dos doces em massa convencional e *light* elaborados a partir da polpa de goiaba vermelha (DCV e DLV), observa-se que a menor umidade em relação à polpa dos doces convencional e *light*, 25% e 42% respectivamente, se deve a adição de açúcares na polpa com respectiva concentração da massa em altas temperaturas durante o processamento, reduzindo assim a quantidade de água presente. Como a adição de sacarose foi superior no doce convencional em relação ao adicionado no doce *light*, explica a diferença significativa não só da umidade, mas também de maior quantidade e carboidratos presentes, 70,78% e 53,91% respectivamente.

A concentração da massa, também justifica os resultados obtidos para o conteúdo de lipídeos, proteínas e cinzas, os quais apresentaram um acréscimo, diferindo estatisticamente do encontrado na polpa.

O conteúdo de fibras foi similar em ambos os doces, 2,02% e 2,07%, para o convencional e *light* respectivamente, diferindo do conteúdo na polpa, a qual apresentou conteúdo superior que nos doces.

Alguns parâmetros físico químicos das polpas branca e vermelha, e dos doces elaborados a partir da polpa de goiaba vermelha são observados na tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros físico químicos das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces elaborados a partir de polpa de goiaba vermelha.

Parâmetros	Polpas		Doces	
	PB	PV	DCV	DLV
pH	3,84 a	3,36 bC	3,39 B	3,53 A
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	0,34 b	0,65 aB	0,68 A	0,62 C
Sólidos solúveis totais (°brix)	9,26 b	11,55 aC	75,02 A	59,01 B
Açúcares Totais (% glicose)	5,60 b	5,74 aC	64,49 A	48,45 B
Açúcares redutores (% glicose)	3,25 b	4,37 aC	34,52 A	25,43 B
Açúcares não redutores (% sacarose)	2,24 a	1,31 bC	28,75 A	21,87 B

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PB = Polpa Branca; PV = Polpa Vermelha; DCV = Doce Convencional polpa Vermelha; DLV = Doce *Light* polpa Vermelha.

Soares et al. (2007) ao analisarem estes parâmetros em polpa de goiaba branca encontraram pH 4,48 e a acidez titulável total (ATT) de 0,46% em ácido cítrico, os quais foram superiores aos encontrados no presente estudo (3,84 e 0,34% respectivamente). Os mesmos autores também analisaram o conteúdo de sólidos solúveis totais (SST), encontrando 8,6 °brix, conteúdo inferior ao do presente estudo. Estes resultados condizem com o esperado, pois o conteúdo de SST apresentou-se maior e a ATT menor, pois quanto maior o conteúdo de sólidos solúveis, menor o teor de acidez segundo ocorre o amadurecimento do fruto.

A polpa de goiaba vermelha apresentou pH pouco inferior ao da polpa branca e ao encontrado na literatura, que relata teores que variam de 3,72 a 4,20 (MACHADO et al., 2007).

Os resultados obtidos de SST e ATT na polpa da variedade vermelha foram superiores ao encontrado na variedade branca e em estudos de outros pesquisadores, os quais relatam valores de 8,5 °brix e 0,48% de ácido cítrico (OSORIO; FORERO; CARRIAZZO, 2011).

O teor de açúcares totais foi levemente superior na polpa de goiaba vermelha em relação à polpa de goiaba branca, assim como de açúcares redutores. Evangelista e Vieites (2006) em seus estudos encontram como resultado para polpas de goiabas congeladas a -20 °C conteúdos de açúcares totais que variaram de 4,46 a 8,03% de glicose, e para açúcares redutores 3,92 a 5,60%.

Todos os parâmetros físico químicos analisados na polpa de goiaba vermelha (PV) e nos doces elaborados a partir da polpa de goiaba vermelha (DCV e DLV) diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A adição de sorbato de potássio nos alimentos ocasiona um aumento no valor do pH, dependendo da quantidade adicionada, pH do meio e tipo de produto, o que justifica o pequeno aumento do valor de pH ocorrido nos doces (PADILIA-ZAKOUR; ANDERSON, 1998; MENEZES et al., 2009).

Os teores de acidez titulável total foram superiores no doce convencional que no *light*, possivelmente devido a maior quantidade de ácido cítrico adicionada durante o processamento, porque a quantidade de ácido foi adicionada em relação ao peso do açúcar.

Tanto os sólidos solúveis, quanto os açúcares totais diferiram entre a polpa de goiaba vermelha e os doces convencional e *light*, o que era esperado pela adição do açúcar nos doces.

O teor de sólidos solúveis do doce em massa convencional ficou aproximadamente em torno de 75 °brix, segundo Machado e Matta (2006), esta é a concentração adequada para este tipo de produto. Em relação ao doce *light*, ocorreu a diferença significativa devido a menor quantidade de açúcar adicionada, como também pelo menor tempo de cocção para a concentração dos doces.

Durante a elaboração dos doces *light*, a formulação foi realizada de modo que houvesse a redução de 25% de açúcar, permitindo assim que a formulação obtivesse a designação *light* em açúcar, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 1998).

Assim como o teor dos açúcares totais, o teor dos redutores também diferiu entre si, tendo um maior resultado para o doce convencional. Este resultado pode ser decorrente no maior tempo de processamento em relação ao *light*, onde segundo Assis et al. (2007) e Albuquerque (1997), afirmam que a inversão da sacarose é uma importante reação decorrente da cocção à pressão atmosférica, o

que explica também o aumento do teor de açúcares redutores em relação ao conteúdo na polpa de goiaba vermelha.

O conteúdo de açúcares não redutores, calculado pela diferença entre o conteúdo dos totais e dos redutores, por consequência, também apresentou diferenças significativas. O conteúdo de açúcares não redutores ocorre principalmente devido a adição da sacarose e a não inversão de parte desta, durante o processo de cocção.

6.1.2 Análise da cor

Pelos dados da tabela 4, em relação à análise de cor, a variável L* apresenta maior valor para a polpa de goiaba branca (70,64) do que para a polpa vermelha (47,64), ou seja, possui uma maior luminosidade, o que se justifica pela sua coloração mais clara.

Tabela 4 – Dados da cor das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces elaborados a partir da polpa de goiaba vermelha.

Variáveis	Polpas		Doces	
	PB	PV	DCV	DLV
L*	70,64 a	47,64 bA	46,72 A	43,61 B
a*	2,45 b	19,07 aC	22,01 B	26,46 A
b*	18,41 a	7,98 bC	22,75 B	26,06 A
Hue (°H)	82,42 a	22,70 bB	45,96 A	44,62 A
Croma	18,57 b	20,67 aC	31,65 B	37,14 A

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PB = Polpa Branca; PV = Polpa Vermelha; DCV = Doce Convencional polpa Vermelha; DLV = Doce *Light* polpa Vermelha.

A variável a* mede a intensidade da cor verde (-a) à cor vermelha (+a), sendo que a polpa de goiaba vermelha (PV) apresentou valor superior à polpa de goiaba branca (PB). Isto era esperado devido à polpa de goiaba vermelha conter o carotenoide licopeno em maior quantidade, o qual confere a cor vermelha a muitos vegetais e em vários estudos têm demonstrado auxiliar contra doenças como de câncer, cardiovasculares, catarata, degeneração macular relacionada com a idade e

melhorar a resposta imune (KONG et al., 2010; EID; EL-READI; WINK, 2012; RAFI et al., 2013).

A variável b^* mede a intensidade da cor azul (-b) à amarela (+b), no qual a polpa de goiaba branca (PB) foi a que obteve o maior valor estando mais próximo da coloração amarelo.

O ângulo hue expressa a intensidade da tonalidade ou a cor propriamente dita, o que explica a diferença de resultados entre as polpas de goiabas, estando os valores da polpa branca mais próximos dos 90° e da polpa vermelha mais próximos do 0° . Pela definição, iniciando no eixo +a, em graus, 0° (+a) corresponde ao vermelho, 90° (+b) corresponde ao amarelo, 180° (-a) corresponde ao verde, e 270° (-b) corresponde ao azul (BIBLE; SINGHA, 1997).

O croma expressa a relação entre os valores de a^* e b^* , assim se obtém a cor real do objeto analisado, ou seja, a intensidade da cor ou a saturação. As polpas diferiram entre si, sendo que a polpa vermelha apresentou um valor um pouco superior.

Comparando-se os dados de cor entre a polpa vermelha (PV) e os doces elaborados a partir da polpa vermelha (DCV e DLV), observa-se que a variável L^* apresentou valores muito próximos e superiores na polpa de goiaba vermelha e no doce convencional, diferentemente do valor no doce *light*, o qual apresentou menor luminosidade.

Tanto os dados da variável a^* quanto da variável b^* diferenciaram-se entre as amostras e apresentaram sequencialmente valores crescentes para a polpa de goiaba, doce convencional e para o doce *light*. Quanto maiores o valor, mais próximo das cores vermelha e amarela, e mais distante das cores verde e azul, respectivamente. Esses resultados podem ter sido influenciados pelo processo de cocção.

Como o croma é a intensidade da cor, e tem relação com as variáveis a^* e b^* , os resultados obtidos para esta variável estão de acordo com o esperado, apresentando um maior valor no doce *light* e um menor valor na polpa de goiaba vermelha.

Hue, a qual consiste na intensidade da tonalidade medida pelos ângulos em graus, assim como o croma, apresentou resultados superiores para o doce *light*, seguido do doce convencional e da polpa de goiaba vermelha; porém, mesmo assim com valores mais próximo de 0° , ou seja, da cor vermelha.

6.1.3. Compostos bioativos e atividade antioxidante

De acordo com a tabela 5, a polpa de goiaba branca (PB) apresentou 6000mg EAG.100⁻¹g de compostos fenólicos, inferior do conteúdo presente na polpa de goiaba vermelha (6796,74mg EAG.100⁻¹g); porém, ambas com conteúdos elevados quando comparados a composição de goiabas relatados em outros estudos.

Tabela 5 – Compostos bioativos e atividade antioxidante das polpas de goiaba branca e vermelha, e dos doces de goiabas elaborados a partir de polpa de goiaba vermelha.

Análises*	Polpa		Doces	
	PB	PV	DCV	DLV
Fenólicos totais (mg EAG.100g ⁻¹)	6000,72 b	6796,74 aA	649,19 C	905,19 B
Ácido gálico (%)**	94,70 a	90,90 aA	79,80 B	82,60 B
Catequina (%)**	5,30 b	9,10 aC	20,20 A	17,40 B
Carotenoides totais (µg licopeno.g ⁻¹)	29,50 b	1602,57 aA	50,10 B	96,39 B
Ácido L- ascórbico (mg.100g ⁻¹)	39,39 b	756,60 aA	57,53 C	87,88 B
Atividade antioxidante (EC ₅₀ g.mL ⁻¹)	0,56 b	1,23 aA	0,37 B	0,33 B

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste t. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). PB = Polpa Branca; PV = Polpa Vermelha; DCV = Doce Convencional polpa Vermelha; DLV = Doce *Light* polpa Vermelha. *MS = Matéria Seca. **Compostos fenólicos individuais quantificados por HPLC.

McCook-Russell et al. (2012) relatam para polpa de goiaba vermelha 1952mg EAG.100⁻¹g de compostos fenólicos, enquanto que Haida et al. (2011) relatam conteúdo de 1739,1mg.100g⁻¹ para polpa de goiaba vermelha e de 1639,1mg.100g⁻¹ para goiaba de polpa branca. Bashir e Abu-Goukh (2003), encontraram 350mg em polpa de goiaba vermelha e 200mg.100g⁻¹ em polpa de goiaba branca. Ainda, Martínez et al. (2012) e Patthamakanokporn et al. (2008) relatam em polpa de goiaba vermelha conteúdos de 250mg e de 148mg EAG.100⁻¹g de compostos fenólicos, respectivamente.

Dentro do total de compostos fenólicos, foram identificados dois compostos individuais (figura 11) por análise em HPLC, destacando-se o ácido gálico como o composto majoritário em ambas as polpas. O ácido gálico, o qual consiste em um ácido fenólico derivado do ácido hidroxibenzóico, equivale a 90,9% do total de compostos fenólicos identificados na polpa de goiaba vermelha e de 94,7% na polpa

de goiaba branca. A catequina também foi identificada nas polpas, a qual é um flavonoide da subclasse dos flavanóis, apresentando 5,3% do total na polpa de goiaba branca (PB) e 9,1% na polpa de goiaba vermelha (PV).

Chen e Yen (2007) também relatam os mesmos compostos fenólicos, obtendo para polpa de goiaba 60,7% e 39,3%, e para goiaba desidratada 62,3% e 37,7%, de ácido gálico e catequina, respectivamente. Estes conteúdos se diferenciam do encontrado no presente estudo, no qual foi obtido em torno de 90% de ácido gálico em todas as amostras.

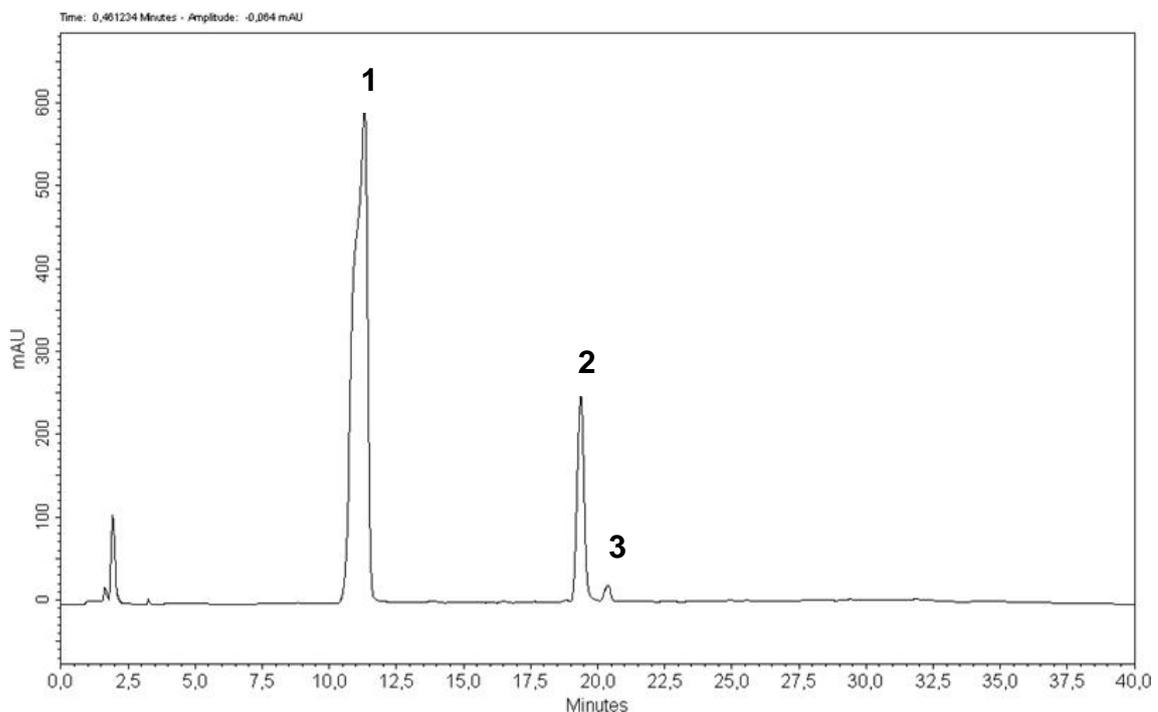


Figura 11 - Cromatograma típico de compostos fenólicos individuais em polpa de goiaba vermelha identificados por HPLC, com coluna em fase reversa e detector UV (280 nm). 1: ácido gálico, 2 e 3: catequina. Gradiente de ácido acético em água (1:99 v/v) e metanol com fluxo de 0,8 mL.min⁻¹.

Em relação ao conteúdo total de carotenoides, a polpa de goiaba vermelha (PV) apresentou um conteúdo significativamente superior ao da polpa de goiaba branca (PB), 1602,57 μg licopeno.g⁻¹ e 29,50 μg licopeno.g⁻¹, respectivamente. Na análise dos carotenoides realizada por HPLC, pelo cromatograma foram identificados dois picos referentes ao licopeno, dos quais sugere-se, devido a comparação com a literatura, que o primeiro pico seja o trans-licopeno e o segundo pico uma das formas isoméricas do cis-licopeno (figura 12).

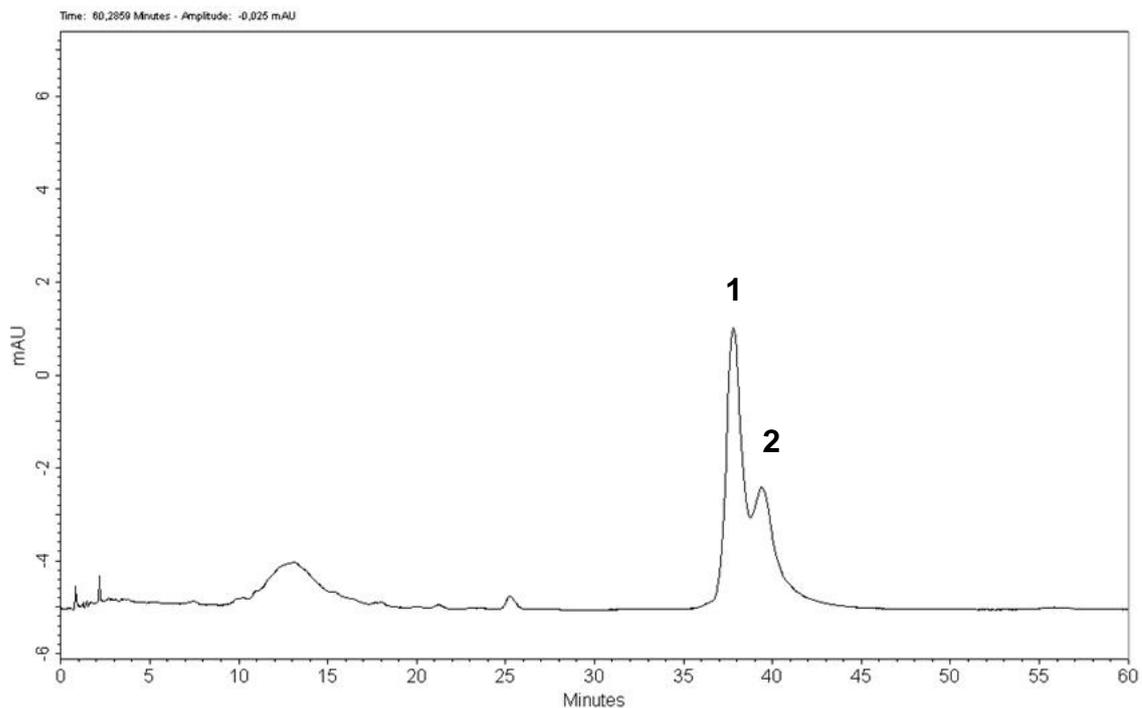


Figura 12 - Cromatograma típico de carotenoides identificados em polpa de goiaba vermelha. Análise por HPLC, com coluna em fase reversa e detector UV (450 nm). 1: trans-licopeno e 2: cis-licopeno. Gradiente de metanol: acetonitrila e acetato de etila, com fluxo de 1,0mL/min.

O conteúdo de carotenoides foi superior ao relatado por outros autores, como Silva et al. (2014) que encontrou $35\mu\text{g licopeno.g}^{-1}$ Rodriguez-Amaya e seus colaboradores (2008) que relatam $66\mu\text{g licopeno.g}^{-1}$, e Sousa et al. (2011) que encontraram $644,9\mu\text{g licopeno.g}^{-1}$. Oliveira et al. (2011) relatam quantidades superiores ao presente estudo, de $6999,3\mu\text{g licopeno.g}^{-1}$.

A polpa de goiaba da variedade Paluma, apresentou quantidades superiores inclusive de produtos tidos como ótimas fontes de carotenoides, como o extrato de tomate ($261\mu\text{g licopeno.g}^{-1}$) e polpa de tomate ($177\mu\text{g licopeno.g}^{-1}$) (KOBORI et al., 2010).

De acordo com a tabela de composição química de alimentos (TACO, 2011), a goiaba branca possui em média $80,5\text{mg ácido L-áscórbico.100g}^{-1}$. Bashir e Abu-Goukh (2003) encontraram valores que variavam de $75 - 95\text{mg ácido L-áscórbico.100g}^{-1}$, e Soares et al. (2007) obtiveram como resultado $168\text{mg ácido L-áscórbico.100g}^{-1}$. No entanto, Souza (2003) encontrou quantidade superior, de $180\text{mg ácido L-áscórbico.100g}^{-1}$. O conteúdo de todos estes estudos diferiu no observado na tabela 5 para polpa de goiaba branca.

Oliveira et al. (2011) ao analisarem polpa de goiaba vermelha encontraram 71,4mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹ (figura 13), Mariano et al. (2011) obtiveram quantidades de 64-80mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹, Bashir e Abu-Goukh (2003) encontraram entre 70-90mg, e Fiorucci (2003) relatam conteúdos de 218mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹. Todos os conteúdos destes citados encontram-se com valores inferiores ao encontrado no presente estudo, exceto McCook-Russell (2012) que encontrou conteúdo de 1200mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹.

Ao comparar os resultados obtidos com as polpas de goiaba, constata-se que a goiaba possui quantidades superiores a outras frutas apontadas como fontes ricas de vitamina C, por exemplo, Couto e Canniatti-Brazaca (2010) encontraram em diversas variedades de laranja 62,5 – 85mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹ e em tangerinas 21,5 – 32,5mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹, Cardoso et al. (2011) encontrou 30mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹ em morangos e ainda, Valente et al. (2013) encontrou em suco de laranja em torno de 67,2mg ácido L-áscórbico.100g⁻¹.

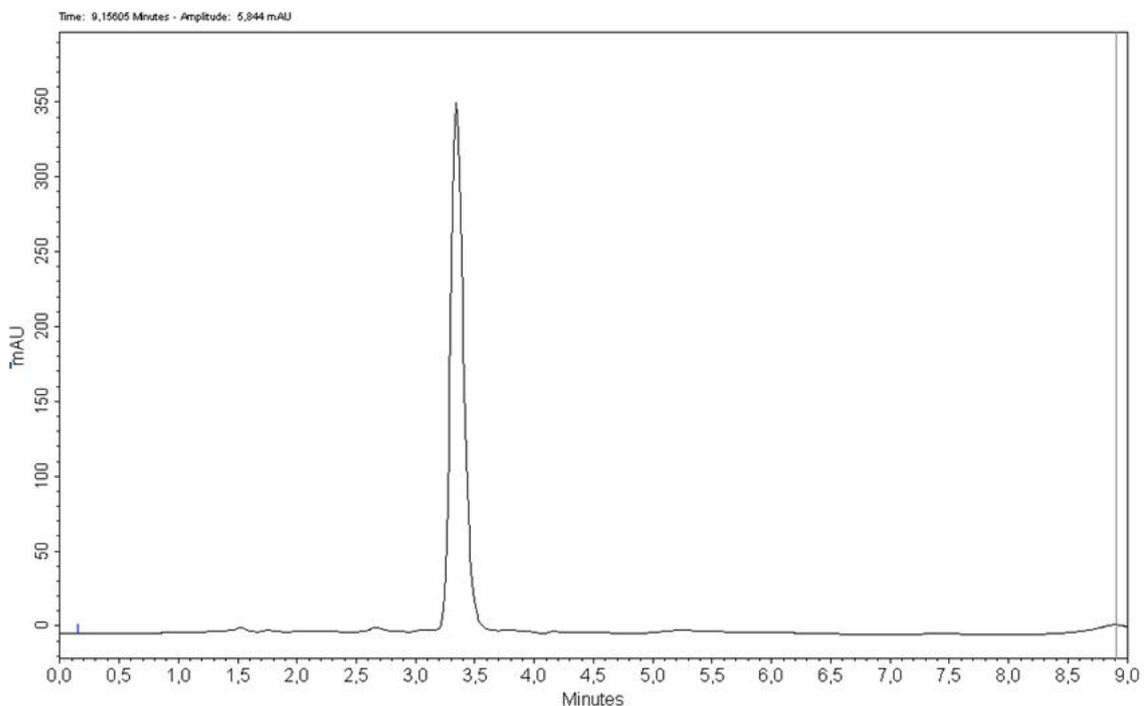


Figura 13 - Cromatograma típico de ácido L-áscórbico em polpa de goiaba vermelha. Análise realizada por HPLC com coluna em fase reversa e detector UV (254 nm), gradiente de ácido acético em água 0,1% e metanol com fluxo de 0,8 mL.min⁻¹.

O alto conteúdo dos compostos bioativos analisados, principalmente em relação à quantidade de compostos fenólicos, provavelmente deve ter ocorrido não só pela diferença de sazonalidade em relação aos outros autores citados, mas também devido ao baixo índice pluviométrico nos meses que antecederam a colheita (INMET, 2012) se comparado com anos anteriores. Isto possivelmente induz ao estresse hídrico, consecutivamente aumentando a quantidade destes compostos nas goiabas, visto que estes são provenientes do metabolismo especializados tendo como parte de sua função proteger a planta, ou seja, a maior produção de compostos como carotenoides, fenólicos e ácido L-ascórbico trata-se de um mecanismo de defesa para estas plantas.

O valor da atividade antioxidante por EC_{50} ($g \cdot mL^{-1}$) foi calculado segundo a equação da reta dada nos gráficos obtidos para definir a concentração necessária para inibir em 50% o radical DPPH.

Ao observar a tabela 5, percebe-se que a polpa de goiaba branca (PB) apresentou menor quantidade necessária para inibir 50% do radical DPPH do que a polpa de goiaba vermelha (PV), sendo, portanto mais eficaz na inibição deste radical, obtendo uma maior atividade antioxidante.

Não foram encontrados na literatura outros resultados comparativos para polpa branca, porém para goiabas de polpa vermelha Sousa (2011), utilizando deste mesmo método, encontrou $1,43 (g \cdot mL^{-1})$, e Vieira et al. (2011) obtiveram $1,97 EC_{50} (g \cdot mL^{-1})$. Ambos os autores obtiveram resultados superiores a este estudo.

É importante salientar que tanto as composições proximais como os parâmetros físico químicos e o conteúdo de compostos bioativos podem variar de acordo com muitos fatores como, por exemplo, solo, clima, umidade relativa, safra, sazonalidade, dentre outros (NETO; SOARES, 1995; EMBRAPA, 2010).

Observou-se uma redução no conteúdo de compostos fenólicos da polpa de goiaba vermelha em relação aos doces convencional e *light* logo após processados, chegando a reduzir em até 10 vezes para o doce convencional e 7 vezes para o doce *light*. Porém, se comparar com outros produtos provenientes da goiaba, o conteúdo destes compostos, mesmo com esta redução, ainda encontram-se em quantidades elevadas.

Silva et al. (2010b) relatam em suco envasado a quente conteúdos que variaram de $94,9mg$ a $128,3mg EAG \cdot 100g^{-1}$, Kuskoski et al. (2006) em polpa congelada a $-15 ^\circ C$ relatam $83mg EAG \cdot 100g^{-1}$, e Nascimento, Araújo e Melo (2010)

relatam $217,6 \text{ EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em resíduos da polpa de goiaba. Assim como nas polpas, também foram identificados apenas dois compostos fenólicos quando analisados por HPLC, o ácido gálico e a catequina. A catequina, presente como apenas 8,9% do total de compostos fenólicos nas polpas, nos doces em massa esse percentual aumentou para 20,2% no doce convencional (DCV) e para 17,4% no doce *light* (DLV). Esta variação pode ter acontecido devido aos doces terem sido submetidos à cocção, o que pode ter levado a liberação destes dos tecidos vegetais. Com o aumento relativo da catequina, a quantidade de ácido gálico reduziu, porém permanecendo ainda como o composto fenólico majoritário.

Em relação ao conteúdo de carotenoides houve uma redução significativa, de $1602,57 \mu\text{g} \text{ licopeno} \cdot \text{g}^{-1}$ presente na polpa de goiaba vermelha para 50,1 e $96,4 \mu\text{g} \text{ licopeno} \cdot \text{g}^{-1}$ presente no doce convencional e *light*, respectivamente.

Ao analisar o cromatograma de separação de carotenoides individuais dos doces em massa por HPLC, assim como nas polpas também se sugere, comparando-se com a literatura, que um dos picos seja o trans-licopeno e o outro uma das formas isoméricas do cis-licopeno (figura 14). O licopeno presente nos alimentos *in natura* apresenta-se majoritariamente na forma de trans-isômero, porém, são os cis-isômeros a forma melhor absorvida e mais encontrada no corpo humano, devido ao menor impedimento estérico da sua cadeia e sua melhor solubilidade nas micelas. O processamento térmico de alimentos aumenta a biodisponibilidade de licopeno, devido ao rompimento da parede celular, com consequente liberação em sua forma isomérica cis (MORITZ; TRAMONTE, 2006).

Em suco de goiaba recém processado Fernandes et al. (2007) encontraram $15 \mu\text{g} \text{ licopeno} \cdot \text{g}^{-1}$, Silva e seus colaboradores (2014) obtiveram conteúdos de $18 \mu\text{g} \text{ licopeno} \cdot \text{g}^{-1}$ em subprodutos de goiaba (casca, resto de polpa e sementes), Kong e Ismail (2011) encontraram $12 \mu\text{g} \text{ licopeno} \cdot \text{g}^{-1}$ em subprodutos de goiaba, e o mesmo conteúdo foi encontrado por Silva et al. (2010b) em sucos de goiaba envasados a quente.

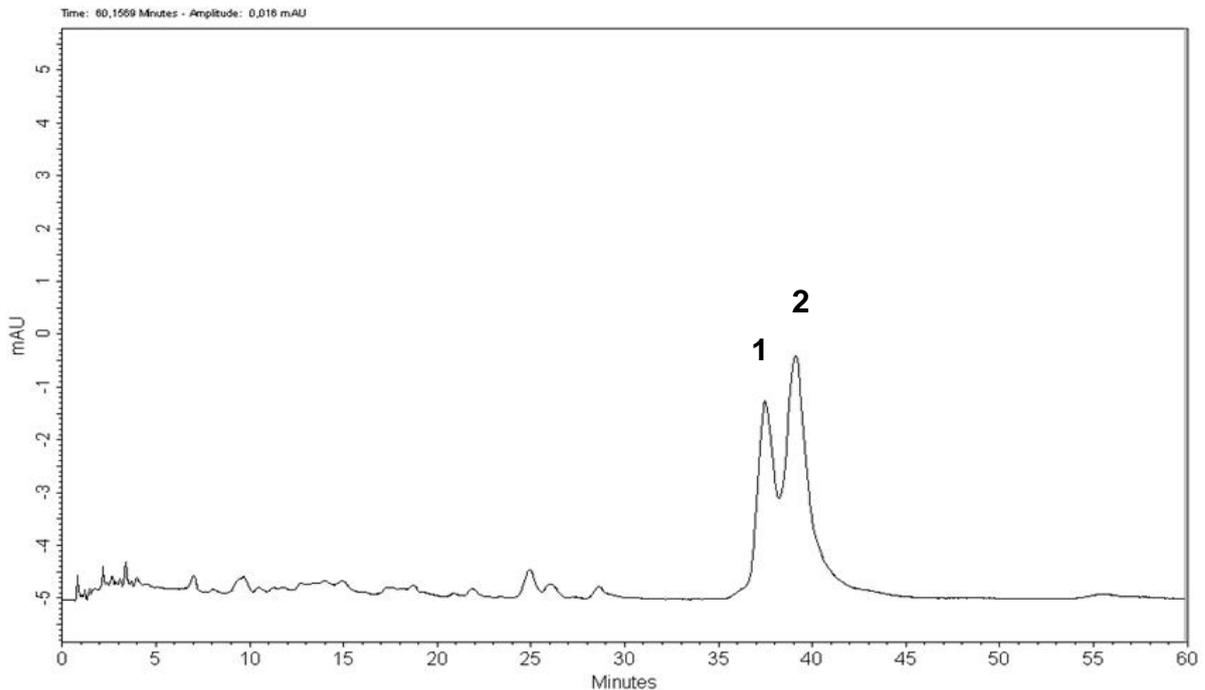


Figura 14 - Cromatograma típico de carotenoides individuais em doce em massa de goiaba vermelha. Análise por HPLC, com coluna em fase reversa e detector UV (450 nm). 1: trans-licopeno e 2: cis-licopeno. Gradiente de metanol: acetonitrila e acetato de etila, com fluxo de 1,0mL/min.

O ácido L-ascórbico, mais conhecido como vitamina C, apresentou uma redução de 92% no seu conteúdo no doce convencional e de 88% no doce *light*, justificada por esta vitamina ser facilmente oxidada e ser termolábil (DANIELI et al., 2009; DANTAS et al., 2010).

Não se observou na literatura pesquisas específicas do conteúdo de ácido L-ascórbico em doces em massa de goiaba, porém em estudos com produtos derivados da goiaba, como de Mariano et al. (2011) analisando o teor de vitamina C em goiabas minimamente processadas encontraram $80\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Silva et al. (2010b) em suco envasado a quente e em suco processado assepticamente encontraram $33,9\text{mg}$ e $43\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, conteúdos inferiores aos encontrados no presente estudo.

Em alguns produtos foram encontrados conteúdos superiores ao do presente estudo, como em purê de goiaba com $118,7\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (Osorio, Forero e Carriazo, 2011), e em suco de goiaba sonicado e carbonatado com $125\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (Chen et al., 2007).

A atividade antioxidante diferiu da polpa da goiaba vermelha para os doces, apresentando uma maior eficácia, visto seu menor resultado, mesmo tendo ocorrido uma perda em parte dos compostos bioativos, estes se apresentam mais concentrados nos doces em massa, colaborando para o melhor resultado.

Poucos são os dados encontrados na literatura para atividade antioxidante *in vitro*, principalmente referente à goiaba e seus produtos. Mas quando comparado com o valor obtido por Nascimento (2010) ao analisar resíduo de goiaba, 1,80 EC₅₀ g.mL⁻¹, por Llobera e Cañellas (2007) que encontraram 1,41 EC₅₀ g.mL⁻¹ para bagaço de uva, e por Arabshahi-Delouee e Urooj (2007) que encontraram 0,79 EC₅₀ g.mL⁻¹ para folhas de amoreira, os resultados obtidos neste estudo são inferiores, ou seja, apresentam maior atividade antioxidante.

6.1.4. Análise Sensorial

Dos 50 julgadores não treinados nos quais os testes sensoriais foram aplicados, 80% possuíam idade inferior a 25 anos, 82% eram do sexo feminino e 18% eram do sexo masculino.

O primeiro teste a ser aplicado durante a análise sensorial foi o triangular, no qual dos 50 julgadores, 26 acertaram qual era a amostra diferente entre as três apresentadas.

Analisando a tabela do grau de significância (Anexo A), a qual é utilizada para obter o resultado final do teste triangular, observa-se que ocorre diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, pois os dados da tabela estabelecem que 24 julgadores tenham habilidade para diferenciar as amostras.

Este resultado pode ser justificado pelo uso de edulcorante no doce em massa *light*, onde geralmente há a ocorrência de sabor residual. Segundo Rödel e Guidolin (2006), a sacarina é aproximadamente 300 vezes mais doce que a sacarose, porém revela gosto residual amargo e metálico, mesmo em baixas concentrações.

Apesar de a sacarina apresentar gosto residual, esse efeito indesejável pode ser minimizado associando-a com outro edulcorante como o ciclamato. Este preceito foi utilizado durante a execução deste estudo, porém esse edulcorante não é termoestável (Sachs, 2005), o que pode ter minimizado o efeito de mascarar o sabor residual durante a cocção dos doces.

Os resultados para o teste de aceitação estão presentes nas figuras 15 e 16.

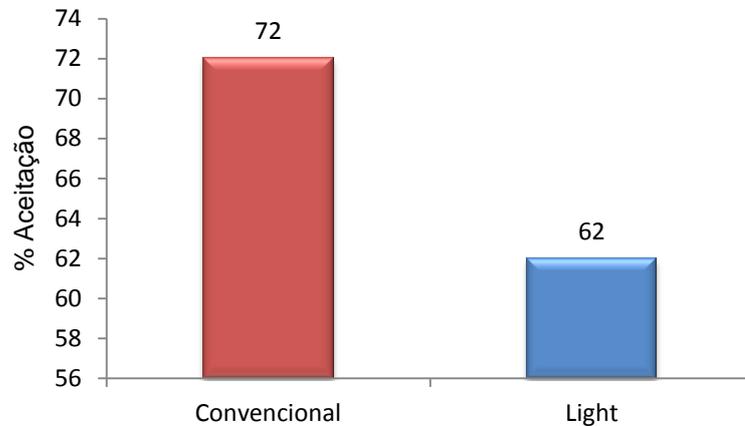


Figura 15 – Resultados do teste sensorial de aceitação dos doces em massa de goiaba.

Para que um produto possa ser considerado aceito pelo teste de aceitação, tem que atingir no mínimo 70% de aprovação pelos julgadores. Pelos dados da figura verifica-se que ocorreu a aprovação do doce em massa convencional de goiaba, pois este apresentou 72% de aceitação. O mesmo não ocorreu com o doce *light*, o qual atingiu apenas 62% de aceitação.

A reprovação do doce ocorreu devido ao grande número de julgadores terem pontuado como “desgostei muitíssimo” e “desgostei ligeiramente”, o que pode ter sido influenciado pelo elevado sabor residual devido ao uso do edulcorante, reforçado pelos comentários como “sabor forte” e “sabor amargo”.

A figura 16 demonstra a porcentagem de cada nota dada na escala hedônica de 9 pontos.

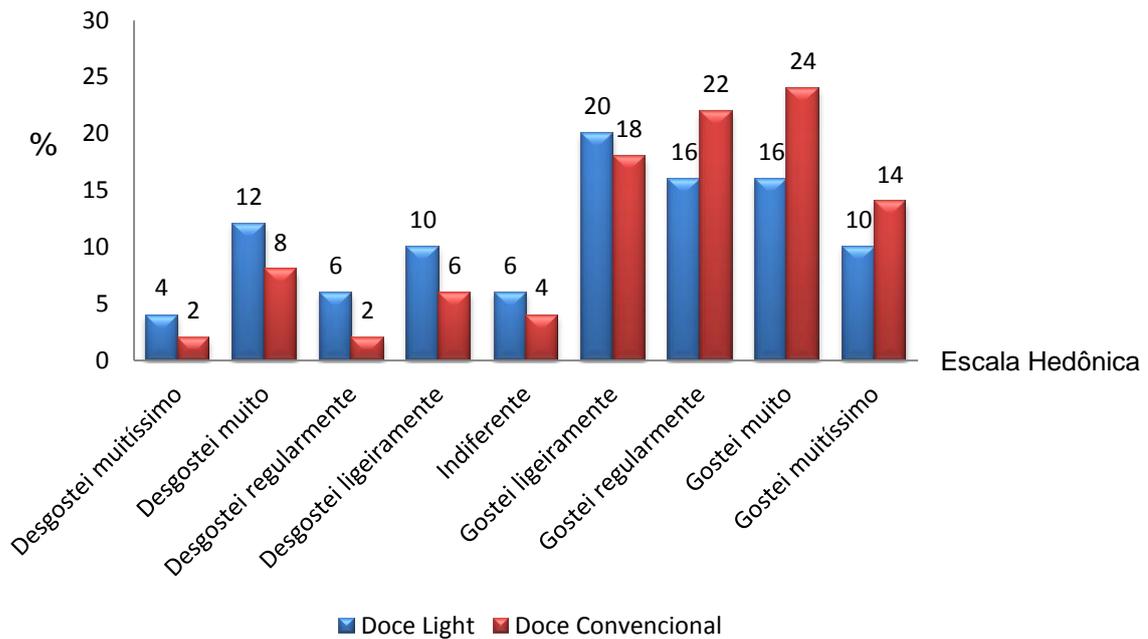


Figura 16 – Gráfico da escala hedônica de 9 pontos na avaliação sensorial de doces em massa de goiaba.

Para o doce convencional as notas mais pontuadas foram “gostei muito”, onde 24% dos julgadores marcaram esta opção, seguida por “gostei regularmente”, onde 22% marcaram o que colaborou para que este alcançasse o grau mínimo de aceitação. Para o doce *light* a nota mais destacada foi de “gostei ligeiramente”, optada por 20% dos julgadores.

De acordo com a figura 17, ambos os doces obtiveram como maior intenção de compra o quesito “compraria ocasionalmente”, sendo que 56% dos julgadores marcaram esta opção para o doce convencional e 38% para o doce *light*.

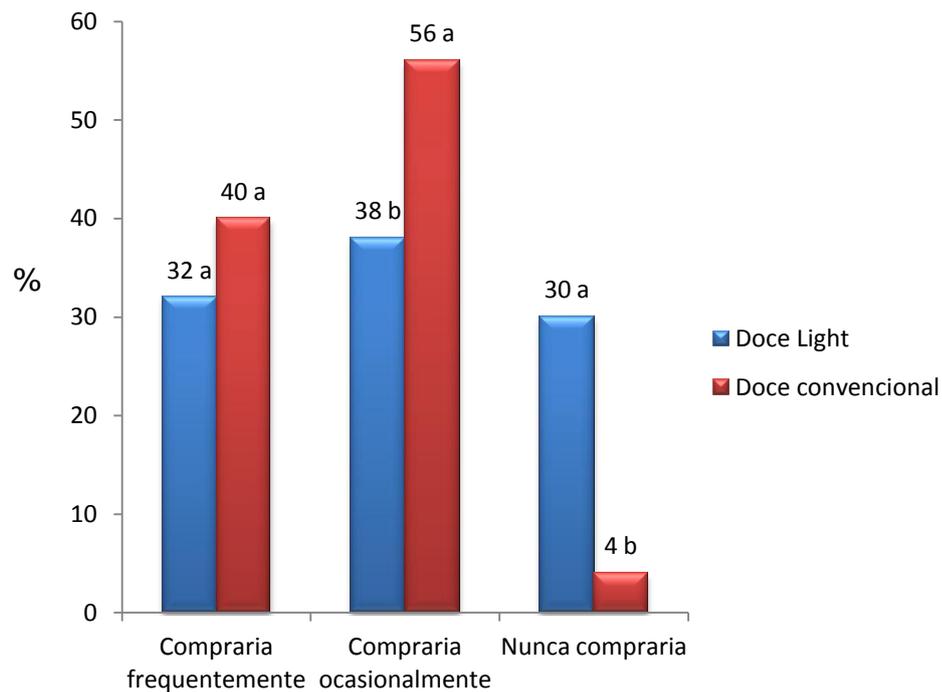


Figura 17 - Gráfico de frequência de intenção de consumo na análise sensorial de doces em massa de goiaba.

Médias com letras iguais, para a mesma intenção de compra, não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

A opção “compraria frequentemente”, não diferiu entre os dois tipos de doces, onde 40% dos julgadores fizeram esta escolha pra o doce convencional e 38% para o doce *light*, diferente da alternativa “nunca compraria”, na qual obteve uma diferença bem expressiva entre os doces.

O doce em massa *light* possui maior quantidade de compostos bioativos do que o doce convencional, como explanado anteriormente, e por isto, em termos nutricionais seria a melhor opção de consumo, porém não foi bem aceita pelos julgadores em função do sabor. No entanto, vale salientar que mesmo com uma quantidade inferior de compostos bioativos do que os doces *light*, o doce convencional é uma boa fonte de compostos como carotenoides e compostos fenólicos, tidos como benéficos a saúde. O licopeno, carotenoide encontrado na goiaba e nos doces, é o inibidor mais eficaz da endometriose, da proliferação de células de cancro de pulmão, além disso, um grande número de estudos epidemiológicos têm encontrado associações do consumo deste carotenoide com uma diminuição do câncer de próstata, neoplasia intra-epitelial, câncer de estômago

e câncer de pâncreas (SRINIVASAN et al. 2014). Os compostos fenólicos contribuem para a proteção contra doenças degenerativas, e seus efeitos sobre a saúde têm sido comumente atribuídos às suas propriedades antioxidantes (JIMENEZ-GARCIA, et al., 2013).

6.2. Análises dos doces em massa de goiaba durante o período de estocagem

6.2.1. Compostos bioativos e atividade antioxidante

De acordo com a figura 18 (Apêndice C), no doce em massa convencional ao longo do tempo de armazenamento ocorreu uma redução gradual no conteúdo dos compostos fenólicos, diferindo significativamente em todos os tempos. Logo após o processamento estavam presentes cerca de $649\text{mg EAG}\cdot 100\text{g}^{-1}$, reduzindo para $395,44\text{mg}$ aos 6 meses de armazenamento e chegando a $301,55\text{mg EAG}\cdot 100\text{g}^{-1}$ aos 12 meses de armazenamento.

O conteúdo de compostos fenólicos no doce em massa *light* apenas não apresentou queda significativa nos últimos meses de armazenamento, ou seja, entre 9 e 12 meses. Assim como para o conteúdo no doce convencional, o maior decréscimo no conteúdo de compostos fenólicos foi observado nos primeiros 6 meses de armazenamento, reduzindo para menos da metade neste período, para $414\text{mg EAG}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Também se percebe que o conteúdo de compostos fenólicos no doce *light* encontrou-se em quantidades superiores e diferentes estatisticamente dentro de todos os tempos quando comparado ao doce convencional. No entanto, o decréscimo do conteúdo de compostos fenólicos foi superior que o decréscimo no doce convencional nos primeiros 6 meses de estocagem.

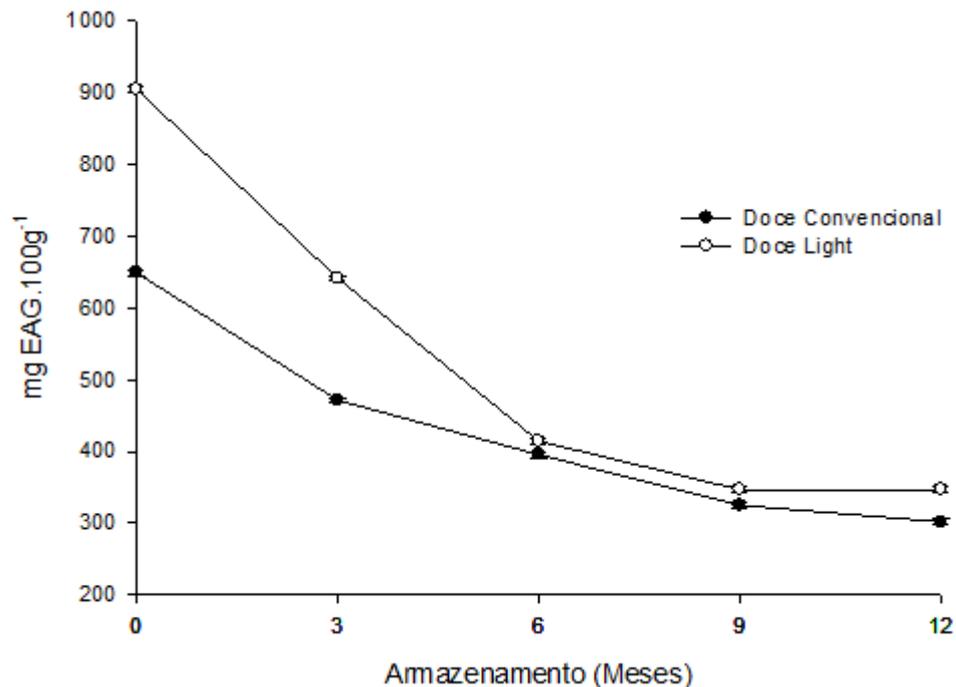


Figura 18 – Conteúdo de compostos fenólicos nos doces em massa convencional e *light* de goiaba durante 12 meses de armazenamento.

Ao comparar com estudos na literatura com outros produtos derivados da goiaba, percebe-se que também ocorreu uma redução ao longo do tempo do conteúdo dos compostos fenólicos. Singh e Pal (2008) analisaram goiaba em atmosfera controlada após armazenamento de 30 dias sob 8 °C, relatando decréscimos de 224,26mg para 190,56mg EAG.100g⁻¹; Silva et al. (2010b), analisando após armazenamento de 50 a 250 dias em temperatura ambiente o suco de goiaba encontraram um redução de 128,33mg para 94,98mgEAG.100g⁻¹ no envasado a quente e 96,55mg para 74,38mgEAG.100g⁻¹ no envasado com processo asséptico.

Na figura 19 (Apêndice C) se observa que o conteúdo de carotenoides apresentou uma redução menos acentuada que o conteúdo de compostos fenólicos durante o armazenamento do doce convencional, permanecendo praticamente constante após 6 (41,80μg licopeno.g⁻¹) e 9 (41,75μg licopeno.g⁻¹) meses de estocagem. No doce em massa *light* ocorreu uma redução mais acentuada no conteúdo de carotenoides nos primeiros 6 meses de estocagem, onde passou de 96,39μg licopeno.g⁻¹ para 55,33μg licopeno.g⁻¹, e a partir deste período não ocorreu diferença significativa.

Assim como no conteúdo de compostos fenólicos, o conteúdo de carotenoides no doce *light* também apresentou quantidades superiores quando comparada com o doce convencional, em todos os períodos de estocagem.

A diferença de conteúdo logo após o processamento entre os doces chegou a aproximadamente 48%, reduzindo para 36% nos 12 meses de armazenamento.

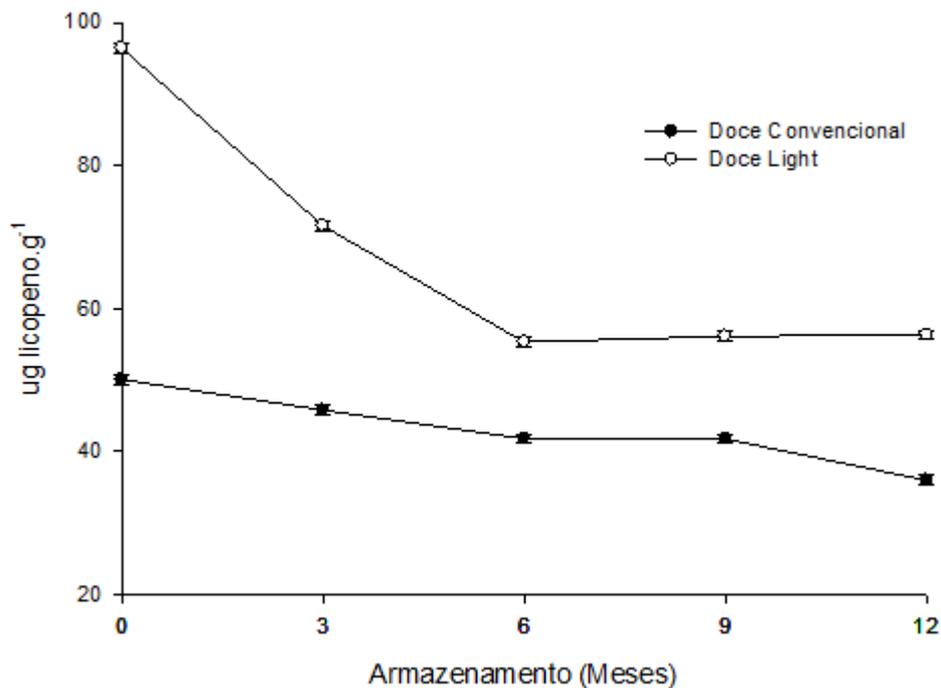


Figura 19 – Conteúdo de carotenoides nos doces em massa convencional e *light* de goiaba, durante o período de 12 meses de armazenamento.

Fernandes et al. (2007), analisando suco de goiaba envasado a quente, sem armazenamento e armazenado por 30 dias a 28 °C, obteve 15,1µg licopeno.g⁻¹ e 12,2µg licopeno.g⁻¹, respectivamente. Silva et al. (2010b) também analisando suco de goiaba encontraram conteúdo de carotenoides de aproximadamente 10µg licopeno.g⁻¹, o qual não diferiu na armazenagem durante 250 dias.

A redução do teor de carotenoides encontrado nos doces em massa ao longo do tempo no presente estudo supera dados da literatura, estando provavelmente associado ao maior grau de oxidação durante a armazenagem dos doces que se encontravam à temperatura ambiente.

De acordo com a figura 20 (Apêndice C), tanto o doce em massa convencional, quanto o doce *light* diferiram no conteúdo de ácido L-ascórbico em

todos os tempos, e em ambas aos 9 meses de armazenamento ocorreu a degradação total desta vitamina.

O doce *light* logo após processado apresentou $87,88\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, conteúdo superior ao encontrado no doce convencional ($57,53\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$). Apesar de ter reduzido o conteúdo para ambos os doces aos 3 meses, o doce *light* permaneceu ainda com um teor superior aos 6 meses de armazenamento em relação ao doce convencional. Os doces encontravam-se armazenados ao abrigo de luz, porém é provável uma possível interferência no armazenamento, que inferiu na discrepância de valores encontrados aos 3 e 6 meses de armazenamento.

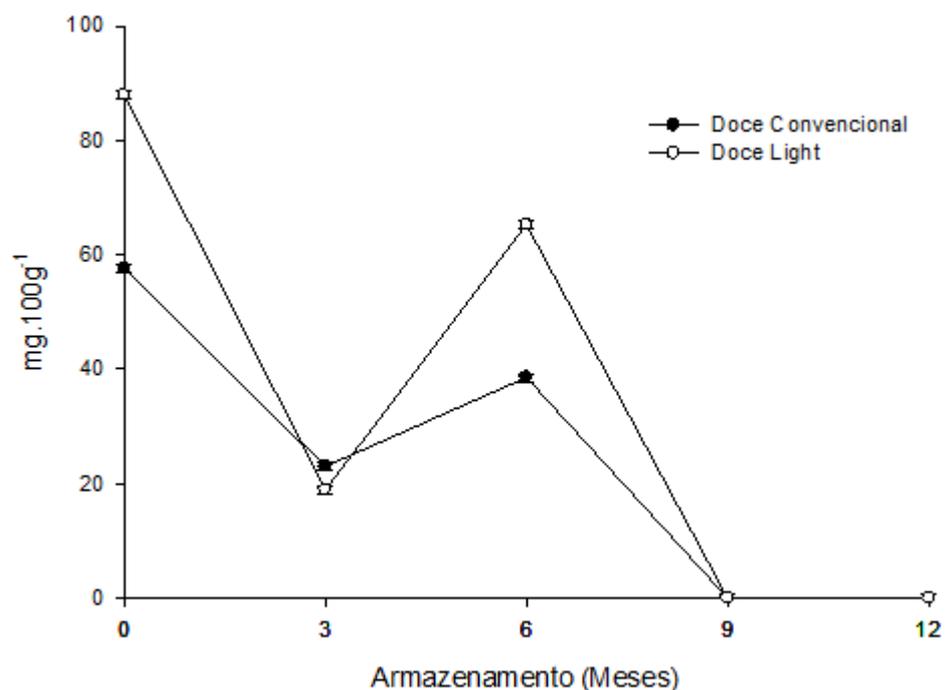


Figura 20 – Conteúdo de ácido ascórbico nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do período de armazenamento.

Hong et al. (2012) encontraram em goiabas revestidas com 2% de quitosana, teores de ácido L-ascórbico que variaram de 122mg (sem armazenamento) a 109mg ácido L-ascórbico. 100g^{-1} , após 12 dias de armazenamento. Silva et al. (2010b) encontrou em suco envasado com processo asséptico e armazenado por 250 dias, um residual de 28mg ácido L-ascórbico. 100g^{-1} .

Os resultados disponíveis na literatura demonstram grandes variações do conteúdo de vitamina C em função do tipo de produto e das condições nas quais

foram processados. No entanto, todos destacam que o ácido L-ascórbico é muito suscetível à degradação por diversos fatores, principalmente pela temperatura. No presente estudo, os doces passaram por processo de cocção e ainda foram armazenados em temperatura ambiente, favorecendo a degradação desta vitamina.

Nas figuras 21 e 22 (Apêndice D), estão os resultados referentes ao conteúdo dos compostos fenólicos individuais presentes ao longo do tempo de armazenamento, nos doces em massa convencional e *light*.

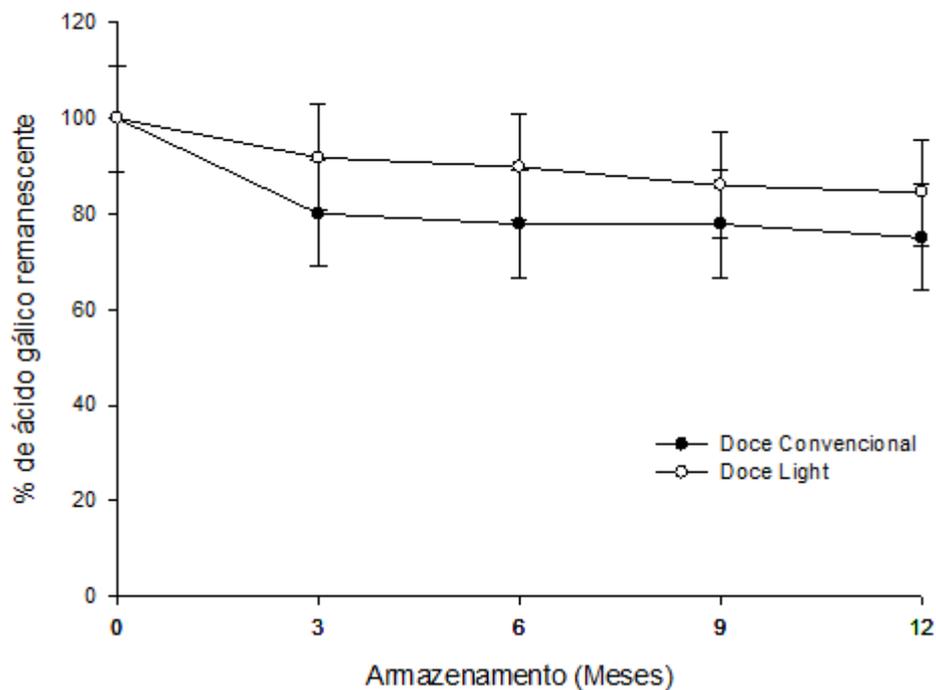


Figura 21 – Percentual de ácido gálico remanescente nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

Observa-se que o doce *light* apresentou percentual de ácido gálico remanescente superior em todos os tempos em relação ao doce convencional.

Ao atingir 12 meses de armazenamento ocorreu uma retenção de 84,5% de ácido gálico no doce *light* e de 75%, no convencional.

O conteúdo de catequina (figura 22, Apêndice D) presente ao longo do armazenamento nos doces não diferiu estatisticamente, apresentando uma redução gradual ao passar dos meses.

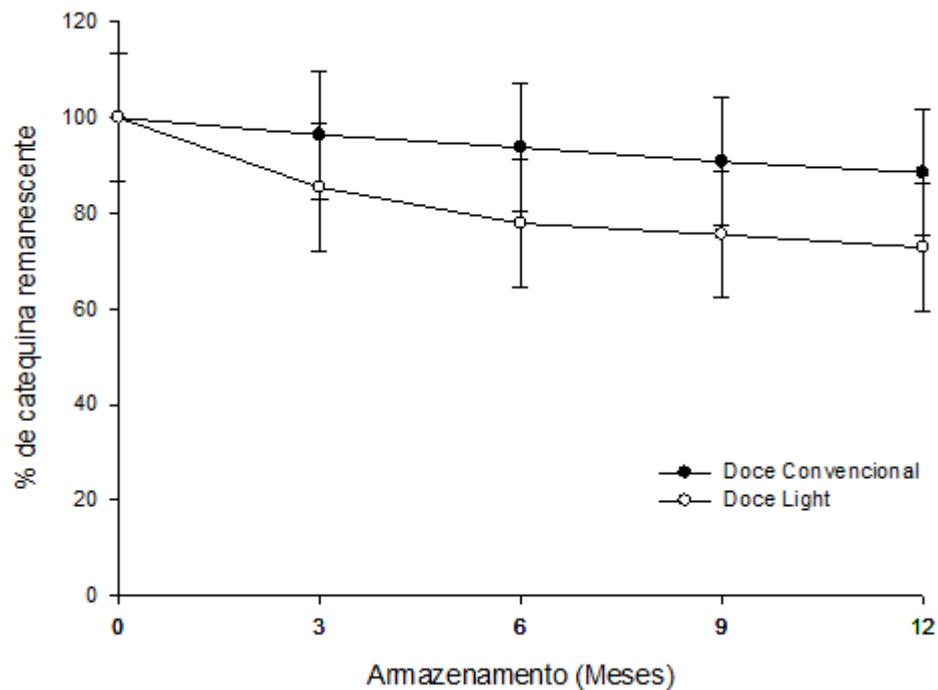


Figura 22 – Percentual de catequina remanescente nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

Inversamente ao conteúdo de ácido gálico, em todos os tempos de armazenamento o doce *light* apresenta quantidade inferior de catequina remanescente que o doce convencional, ocorrendo, portanto maior degradação da catequina no doce *light* quando comparado ao percentual de degradação ocorrido no doce convencional.

Em ambos os doces, a redução do conteúdo de ácido gálico e de catequina está relacionado com a redução do conteúdo de compostos fenólicos. O licopeno foi o único carotenoide identificado nas goiabas, e consecutivamente em seus produtos.

Na figura 23 (Apêndice D) esta o gráfico representando o percentual remanescente de licopeno nos doces.

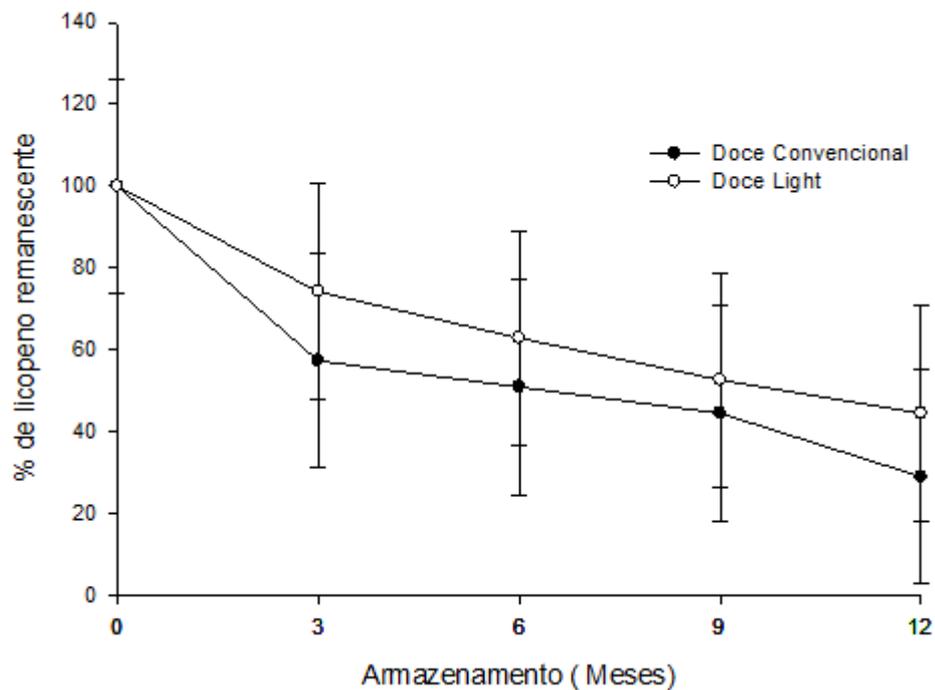


Figura 23 – Percentual de licopeno remanescente nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

Ao longo do armazenamento ocorreu diferença significativa no teor de licopeno entre os 6 e 9 meses de armazenamento no doce convencional, e apenas aos 12 meses no doce *light*.

O conteúdo de licopeno apresentou a maior perda nos 3 primeiros meses de armazenamento, onde apresentou uma redução de 42,7% no doce convencional e de 25,8% no doce *light*. O doce em massa *light* apresentou menor perda de licopeno, atingindo perda de 29% aos 12 meses de armazenamento, enquanto ocorreu perda de 63% no doce *light* no mesmo período.

A degradação ao longo do tempo tanto dos compostos fenólicos, quanto de carotenoides e de ácido L-ascórbico poderia ser minimizada se aplicado refrigeração ou quem sabe atmosfera modificada, porém o presente estudo optou por utilizar o armazenamento em temperatura ambiente, por ser desta forma que os doces em massa ficam armazenados em estabelecimentos comerciais.

A capacidade antioxidativa dos doces ao longo do armazenamento está presente na figura 24 (Apêndice C).

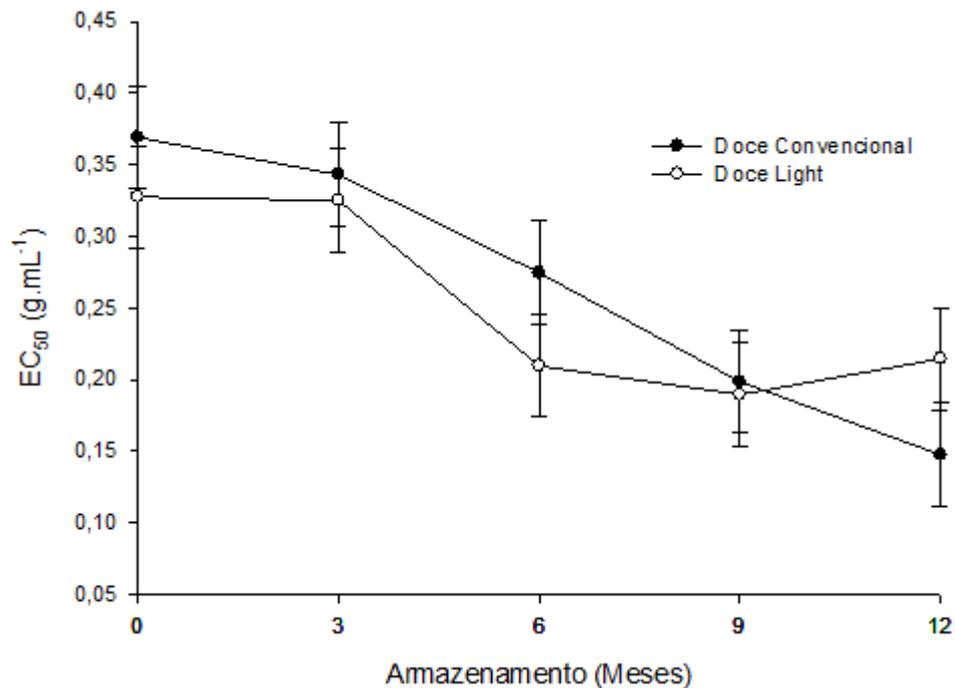


Figura 24 – Atividade antioxidante por EC_{50} , nos doces em massa convencional e *light* de goiaba durante o período de armazenamento.

Pelos resultados observa-se que tanto o doce convencional, como o doce *light*, apenas não diferem nos primeiros 3 meses de armazenamento, apresentando valores muito próximos, seguidos de uma redução gradativa da concentração necessária para inibir 50% do radical DPPH nos demais tempos.

Com estes resultados observa-se que o doce *light* possui menor atividade antioxidante apenas aos 12 meses de estocagem, quando comparado ao doce convencional. Durante todo o período de estocagem o conteúdo de compostos fenólicos, carotenoides e de vitamina C foram superiores no doce *light* quando comparado ao conteúdo no doce convencional. Além disso, aos 12 meses toda a vitamina C havia se degradado em ambos os doces. Portanto, apenas os conteúdos totais dos compostos bioativos avaliados no presente estudo não justificam uma relação direta com a atividade antioxidante.

O conteúdo de licopeno e de ácido gálico também foram superiores no doce *light* durante todo o período de estocagem. Apenas o conteúdo de catequina foi superior no doce convencional, inclusive após 12 meses de estocagem, período no qual o doce *light* apresentou menor atividade antioxidante.

6.2.2 Análise de cor

Os valores da variável L^* , nos doces ao longo do tempo de armazenamento, estão apresentados na figura 25 (Apêndice E). Observou-se um aumento dos valores desta variável até os 6 meses de armazenamento, ocorrendo após uma queda brusca, em ambos os doces. Esta variação possivelmente ocorreu porque nos meses na qual houve o aumento da luminosidade a temperatura ambiente era mais elevada, favorecendo com que o doce em massa ficasse mais mole, colaborando para o aumento da luminosidade.

Observa-se que o doce convencional apresentou valores superiores aos valores no doce *light* em praticamente todo o período de armazenamento.

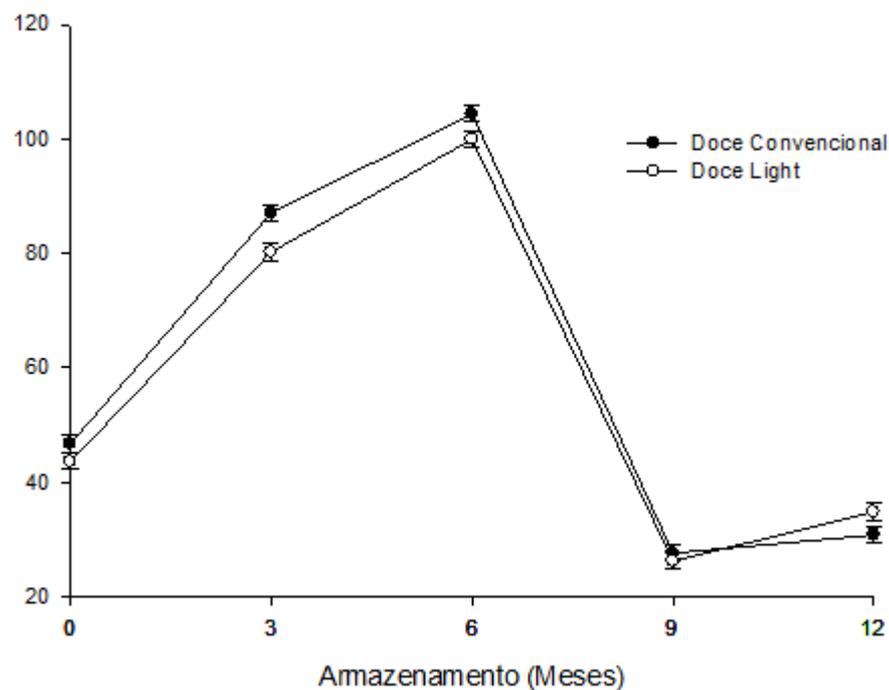


Figura 25 – Valores da variável L^* , na análise de cor nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

A intensidade da cor verde a vermelha (a^*) nos doces no decorrer no tempo de armazenamento está representada na figura 26 (Apêndice E).

Observou-se significativo decréscimo nos valores desta variável, em ambos os doces, dos 3 aos 6 meses de armazenamento, mantendo-se praticamente

constantes após este período. Apenas após 6 meses de armazenamento os valores desta variável foi superior no doce convencional.

A redução da variável a^* em ambos os doces se deve principalmente pela degradação de carotenoides (figura 19, Apêndice C), os quais são responsáveis por boa parte da coloração dos doces em massa.

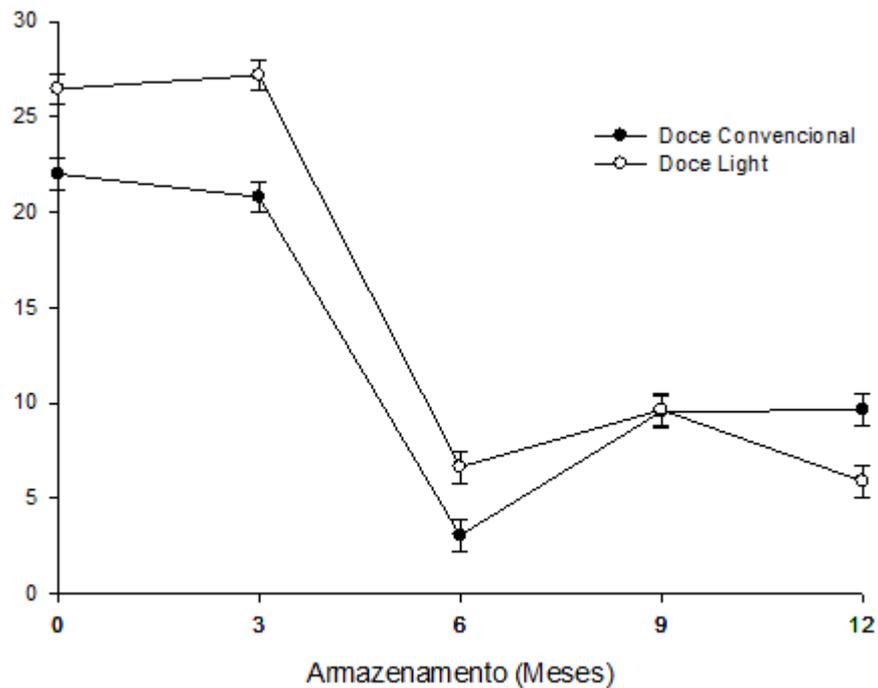


Figura 26– Valores da variável a^* na análise de cor nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

De acordo com a figura 27 (Apêndice E), referente à intensidade da cor azul a amarela, ambos os doces apresentaram acentuada queda na variável até os 6 meses de armazenamento, mantendo-se estável após este período. Apenas ao atingir 6 meses de armazenamento, o doce convencional apresentou valor similar ao do doce *light*, que manteve-se até o final do período de armazenamento.

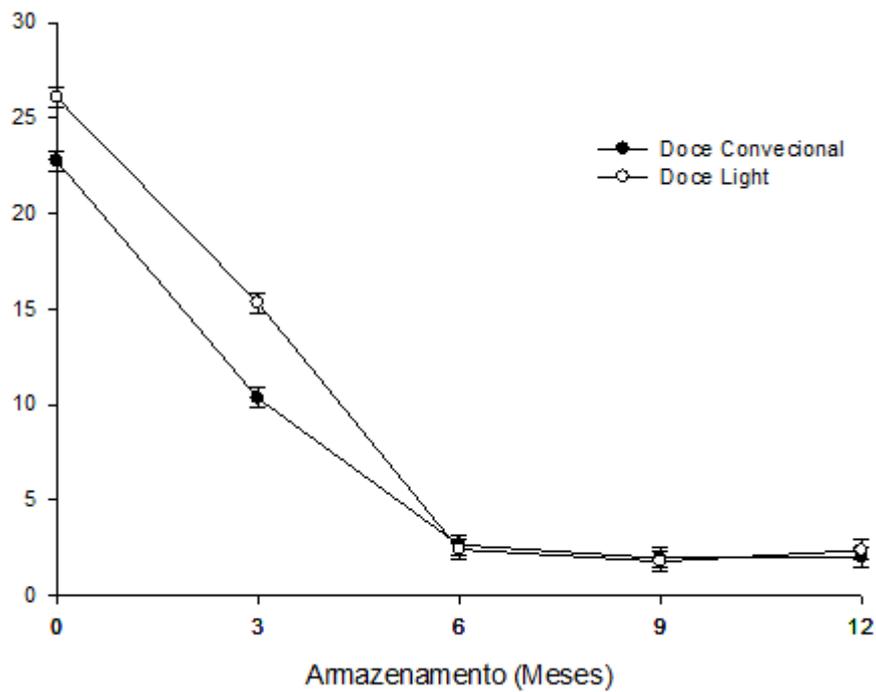


Figura 27 – Valores da variável b^* na análise de cor nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

A variável que expressa o ângulo da intensidade da tonalidade (Hue), apresentou em média uma redução gradual durante o período de armazenamento, em ambos os doces (Figura 28, Apêndice E). Todos os valores apresentaram-se entre as cores vermelha e amarela, ou seja, entre 0° e 90° , sendo similares entre os diferentes doces, exceto aos 6 e 12 meses.

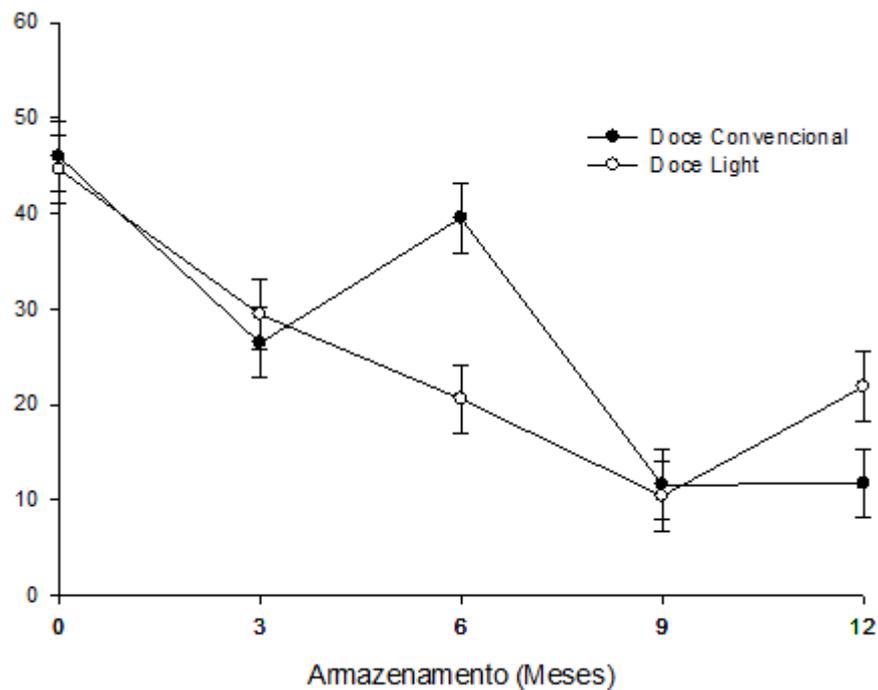


Figura 28 – Valores da variável Hue na análise de cor nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

Pelo observado na figura 29 (Apêndice F), se percebe uma queda acentuada dos valores da variável croma em ambos os doces até os 6 meses de estocagem. Neste intervalo o doce *light* apresentou valores superiores desta variável.

Após os 6 meses de armazenamento ocorreu uma estabilização dos valores da variável croma em ambos os doces, os quais apresentaram valores muito similares neste período.

Os valores obtidos para croma entre cada tempo de armazenamento podem ser justificados pelos resultados obtidos para a^* e b^* , porque que se trata da saturação da cor em relação a estas variáveis.

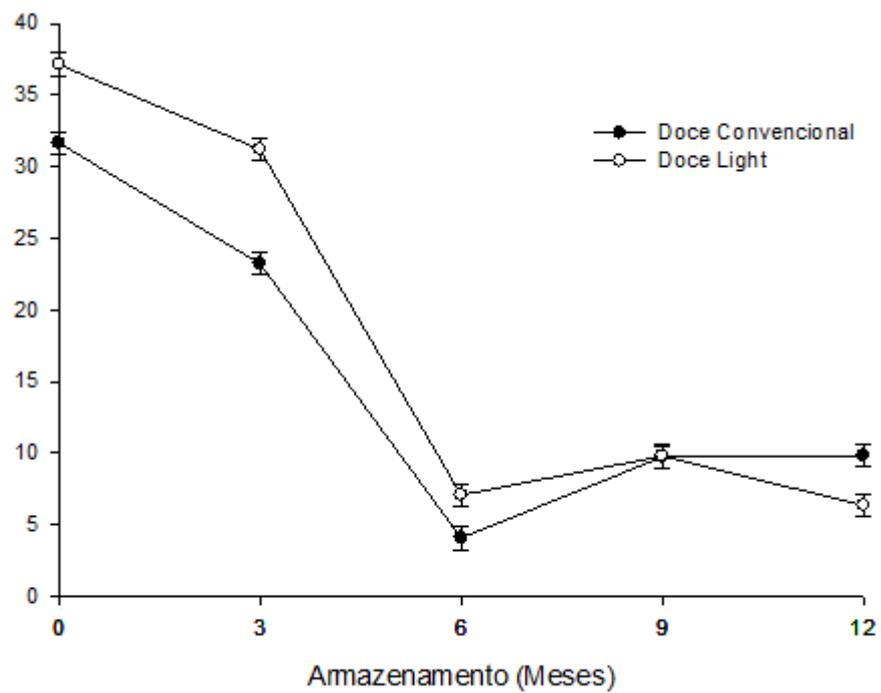


Figura 29 – Valores da variável croma na análise de cor nos doces em massa convencional e *light* de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

6.2.3 Análise Microbiológica

Na figura 30 (Apêndice F) pode-se observar a qualidade microbiológica em relação à presença de bolores e leveduras nos doces em massa armazenados pelo período de 12 meses sob a temperatura ambiente.

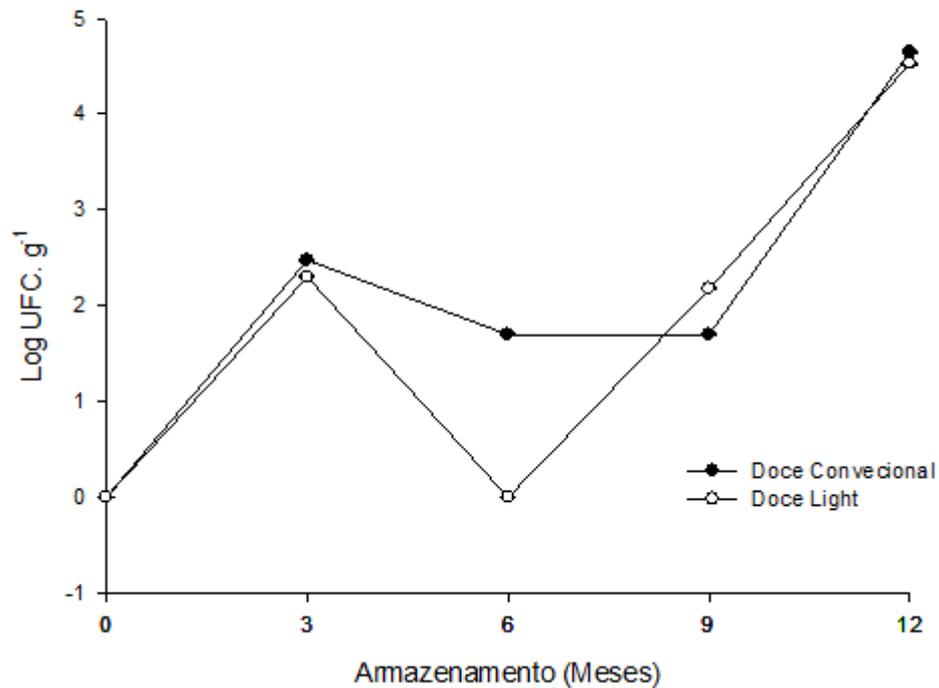


Figura 30 – Qualidade microbiológica em relação ao conteúdo de fungos em doce em massa *light* e convencional de goiaba ao longo do tempo de armazenamento.

O doce em massa convencional apresentou até 9 meses de armazenamento uma contagem baixa, de 5×10^1 UFC.g⁻¹, ocorrendo uma maior contagem aos 12 meses de armazenamento, $4,5 \times 10^4$ UFC.g⁻¹. A mesma tendência foi observada no doce *light*, atingindo aos 9 meses a contagem de $1,5 \times 10^2$ UFC.g⁻¹, a qual se elevou aos 12 meses para $3,4 \times 10^4$ UFC.g⁻¹, contagens muito próximas aos do doce convencional.

Comparando os resultados obtidos na figura 30 (Apêndice F), com a RDC nº12 de 2001, que aprova o regulamento técnico para padrões microbiológicos em alimentos, constata-se que apenas aos 12 meses, em ambos os doces, a contagem está acima do permitido por legislação, a qual preconiza para este tipo de produto o máximo de 10^4 UFC.g⁻¹.

7 Considerações finais

As composições proximais das polpas de goiabas branca e vermelha, e dos doces em massa elaboradas a partir da polpa de goiaba vermelha, apresentaram-se diferentes, assim como os parâmetros físico químicos avaliados.

As polpas de goiaba vermelha e branca, e os doces em massa, apresentaram altos teores de compostos fenólicos, dentre os quais o majoritário foi o ácido gálico. O licopeno foi o principal carotenoide identificado nas polpas de goiaba e nos doces, apresentando-se em quantidades inferiores na polpa de goiaba branca.

O teor de ácido L-ascórbico apresentou-se elevado nas polpas e nos doces estocados pelo período de até 6 meses. Com exceção da vitamina C, o conteúdo dos demais compostos bioativos (compostos fenólicos e carotenoides) reduziram gradualmente com o tempo de armazenamento de 12 meses, porém ainda presentes em quantidades apreciáveis.

Tanto as polpas vermelha e branca quanto os doces apresentaram um potencial antioxidante elevado.

Sensorialmente, no teste triangular os julgadores conseguiram diferenciar os doces em massa *light* e convencional, e no teste de aceitação apenas o doce convencional alcançou o valor necessário para ser considerado aceito, ambos obtiveram como melhor intenção de compra a opção “compraria ocasionalmente”. Para que o doce *light* alcançasse a porcentagem mínima para a aceitação, seriam necessários testes com outros edulcorantes, porque a principal observação levantada pelos julgadores foi o sabor residual apresentado nos doces.

Microbiologicamente, exceto aos 12 meses de estocagem, os doces apresentaram-se dentro dos padrões exigidos por legislação para bolores e leveduras, o que se leva a crer que o limite máximo de vida de prateleira é de aproximadamente 9 meses para este produto.

Considerando os resultados obtidos, pode-se constatar que tanto as polpas vermelha e branca quanto os doces em massa convencional e *light* apresentaram quantidades significativas de compostos com alto potencial antioxidante, ainda, os doces obtiveram em testes sensoriais uma boa intenção de compra, além de apresentarem qualidade microbiológica até o 9º mês, de acordo com a legislação.

Referências

AHARONI, A.; GALILI, G. Metabolic engineering of the plant primary–secondary metabolism interface. **Current Opinion in Biotechnology**, v.22, n.2, p.239-244, 2011.

ALBUQUERQUE, J. P. Fatores que influem no processamento de geleias e geleizadas de frutas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.1-8, 1997.

ALMEIDA, E. L. RAMOS, A. M.; BINOTI, M. L.; CHAUCA, M. C.; STRINGHETA, P. C. Análise de perfil de textura e aceitabilidade sensorial de goiabadas desenvolvidas com diferentes edulcorantes. **Revista Ceres**, v.56, n.6, p.697-704, 2009.

ANGELO, P. M.; JORGE, J. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p. 232-240, 2007.

A. O. A. C. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**, 18th ed. Gaithersburg, Ed. William Horwitz., 2005.

ARABSHAHI-DELOUEE, S.; UROOJ, A. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. **Food Chemistry**, v.102, n.4, p.1233-1240, 2007.

ARAÚJO, J. M. A. Conservadores químicos em alimentos. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3/4, p.192-210, 1990.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa. Imprensa universitária, 1995. 416 p.

ARUOMA, O.I. Methodological characterizations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods. **Mutation Research**, v.20, p.523-524, 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**, v.38, n.1, p.46-51, 2007.

BASHIR, H. A.; ABU-GOUKH, A. B. A. Compositional changes during guava fruit ripening. **Food Chemistry**, v.80, p.557–563, 2003.

BARCIA, M. T.; JACQUES, A. C.; PERTUZATTI, P. B.; ZAMBIAZI, R. C. Determinação de ácido ascórbico e tocoferóis em frutas por CLAE. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 381-390, 2010.

BARREIROS, L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. **Química Nova**, v.29, n.1, p. 113-123, 2006.

BIANCHINI, R.; PENTEADO, M. V. C. Carotenóides de pimentões amarelos (*capsicum annum*, L.) caracterização e verificação de mudanças com o cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.3, p. 283-288, 1998.

BIBLE, B. B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELab coordinates of peach color. **Hortscience**, v.28, p.992-993, 1997.

BOARIM, D. S. F.; BALBACH, A. **As Frutas na Medicina Natural**. São Paulo: Vida Plena, 2002. 442p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a Química de Alimentos**. 3ª Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003, 231p.

BRAMLEY, P. M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, v.54, n.3, p.233-236, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretária de Vigilância Sanitária**. Portaria SVS/MS, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico: Alimentos Light. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 22 de agosto de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretária de Vigilância Sanitária**. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 11 de julho de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretária de Vigilância Sanitária**. Resolução Normativa n.o 9, de 1978 D.O.U de 11/12/78. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 14 de junho de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC Nº 272, de 22 de Setembro De 2005. Regulamento Técnico Para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 23 de dezembro de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância Sanitária**. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 04 de agosto de 2012.

CAMPOS, A. M. **Efeito de adoçantes e edulcorantes na formulação de geléias de fruta com pectina amidada**. 1993. 166f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

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

CARDOSO, P. C.; TOMAZINI, A. P. B.; DTRIGHETA, P. C.; RIBEIRO S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, v.126, n. 2, p.411-416, 2011.

CHIM, Josiane Freitas. **Influência da combinação de edulcorantes sobre as características e retenção de vitamina C em geleias light mista de pêssego (*Prunus persica*) e acerola (*Malpighia punicifolia*)**. 2004. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul.

CHEN, H.Y., YEN, G.C., Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves. **Food Chemistry**. v.101, p. 686-694, 2007.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; BRUSCATTO, M. H. Doces em massa *light* de morango: caracterização físico-química e sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.3, p.295-301, 2006

CHITARRA, M. A. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p.15-19, 2010.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade dos nutrientes – Vitamina C**. São Paulo: Editora Manole, 2005. 1368p.

DANIELI, F.; COSTA, L. R. L. G.; SILVA, L. C.; HARA, A. S. S.; SILVA, A. A. Determinação de vitamina C em amostras de suco de laranja in natura e amostras comerciais de suco de laranja pasteurizado e envasado em embalagem Tetra Pak. **Revista do Instituto de Ciência da Saúde**, v.27, n.4, p.361-365, 2009.

DANTAS, R. L.; ROCHA, A. P. T.; ARAÚJO, A., S., RODRIGUES, M. S. A.; MARANHÃO T. K. L. Perfil da qualidade de polpas de fruta comercializadas na cidade de Campina Grande/PB. **Revista Verde**, v.5, n.5, p.61 – 66, numero especial, 2010.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKY, N. Propriedades anti-oxidantes de compostos fenólicos. **Revista Visão Acadêmica**, v.5, p.33-40, 2004.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2. ed. rev. e ampl. – Curitiba: Champagnat, 2007. 239p.

EID, S. Y.; EL-READI, M. Z.; WINK, M. Carotenoids reverse multidrug resistance in cancer cells by interfering with ABC-transporters. **Phytomedicine**, v.19, p. 977–987, 2012.

EMBRAPA. Informação Tecnológica. **A cultura da goiaba**. 2 ed. Brasília, 2010, 180p.

EL-AGAMEY, A.; LOWE, G .M.; MCGARVEY, D. J.; MORTENSEN, A.; PHILIP, M.; TRUSCOTT, T. G., YOUNG, A.J. Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.430, p.37-48, 2004.

EVANGELSITA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da Qualidade de Polpa de Goiaba Congelada, Comercializada na Cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.13, n.2, p.76-81, 2006.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1100p.

FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; a COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina c, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n.4, p.431-438, 2007.

FIORUCCI, A. R. A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.17, p.03-07, 2003.

FRANKEL, E. N.; MEYER, A. S. The problem of using onedimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1925-1941, 2000.

GAVA, A. J. Emprego de conservadores em alimentos. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.3, p.183-194.

GONNET, M.; LETHUAUT, L.; BOURY, F. New trends in encapsulation of liposoluble vitamins. **Journal of Controlled Release**, v.146, p.276–290, 2010.

HAIDA, K. S.; BARON, A.; HAIDA, K. S.; FACI, D.; HAAS, J.; SILVA, F. J. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de Goiaba e Arruda. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v.9, n.28, p.11-19, 2011.

HÄKKINEN, S. H.; KÄRENLAMPI, S. O.; HEINONEN, M.; MYKKANEN, M.; TORRONEN, A. R. HPLC Method for screening of flavonoids and phenolic acids in berries. **Journal Science Food Agricultural**, v.77, p.543-551, 1998.

HENG, L. H.; SOH, C. Y.; LIEW, S. C.; TEH, F. F. Effects of sonication and carbonation on guava juice quality. **Food Chemistry**, v.104, n.4, p.1396-1401, 2007.

HONG, K.; XIE, J.; ZHANG, L.; SUN, D.; GONG, D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v.144, p.172-178, 2012.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**, Boletim Climático para o Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>>. Acesso e: 05 de março de 2014.

JACQUES, A. C.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C.; Compostos bioativos em pequenas frutas cultivadas na região sul do estado do Rio Grande do

Sul. **Brazilian Journal of Food technology**, v.12, p. 123-127, 2009.

JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp) Phytochemicals in blackberry. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.245-260, 2011.

JIMENEZ-GARCIA, S. N.; GUEVARA-GONZALEZ, R. G.; MIRANDA-LOPEZ, R.; FERREGRINO-PEREZ, A. A.; TORRES-PACHECO, I.; VAZQUEZ-CRUZ, M. A. Functional properties and quality characteristics of bioactive compounds in berries: Biochemistry, biotechnology, and genomics. **Food Research International**, v.54, p.1195–1207, 2013.

KOBORI, C. N.; HUBER, L. S.; KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de carotenóides em produtos de tomate. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.1, p.78-83, 2010.

KONG, K. W.; ISMAIL, A. Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from *Psidium guajava* fruits produced during puree production industry. **Food and Bioproducts Processing**, v.89, p.53-61, 2011.

KONG, K. W.; KHOO, H. E.; PRASAD, K. N.; ISMAIL, A.; TAN, C. P.; RAJAB, N. F. Revealing the power of the natural red pigment lycopene. **Molecules**, v.15, p.959–987, 2010.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

LAJOLO, M. F. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Disponível em: <www.fcf.usp.tabela>. Acesso em: 09 de dezembro de 2014.

LARA, I.; GARCIA, P.; VENDRELL, M.; Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria Ananassa* Duch.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 34, p. 331-339, 2004.

LIMA, V. L. A. G. de; MELO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola, Pernambuco**, v.59, n.3, p.447-450, 2002.

LLOBERA, A.; CAÑELLAS, J. Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem. **Food Chemistry**, v.101, n.2, p.659-666, 2007.

MACHADO, S. S.; TAVARES, J. T. Q.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, C. S.; SOUZA, K. E. P. Caracterização de polpas de frutas tropicais congeladas comercializadas no Recôncavo Baiano. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n.2, p.158-163, 2007.

MARTÍNEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIGUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and *in vitro* antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. ***Food Chemistry***, v.135, p.1520-1526, 2012.

MCCOOK-RUSSELL, K. P.; MURALEEDHARAN, N. G.; FACEYA, P. C.; BOWEN-FORBES, C. S. Nutritional and nutraceutical comparison of Jamaican *Psidium cattleianum* (strawberry guava) and *Psidium guajava* (common guava) fruits. ***Food Chemistry***, v.134, p.1069–1073, 2002.

MANELA-AZULAY, M.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A.; PEREZ, M. A.; FILGUEIRA, A. L.; CUZZI, T. Vitamina C. ***Anais Brasileiros de Dermatologia***, Rio de Janeiro, v.78, n.3, p.265-274, 2003.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. ***Fruticultura Tropical-Goiaba***. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373p.

MARIANO, F. A. C.; BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S.; MOREIRA, E. R. Vida-de-prateleira de goiabas, cv. Sassaoka, minimamente processadas e armazenadas em diferentes embalagens. ***Revista Brasileira de Fruticultura***, volume especial, p.384-391, 2011.

MATIOLI, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Microencapsulação do licopeno com ciclodextrinas. ***Ciência e Tecnologia de Alimentos***, v.23, p.102-105, 2003.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. ***Ciência e Tecnologia de Alimentos***, v.36, n.1, p.1-11, 2002.

MENEZES, C.C.; BORGES, S. V.; CIRILLO, M. A. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. ***Ciência e Tecnologia de Alimentos***, v.29, n.3, p.618-625, 2009.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, v.19, n. 2, p. 265-273, 2006.

MULTON, J.L. **Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentares**. Zaragoza: Acribia, 1999. 480p.

NASCIMENTO, Rosilda Josefa. **Potencial antioxidante de resíduo agroindustrial de goiaba**. 2010. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

NASCIMENTO, R. J.; ARAÚJO, C. R.; MELO, E. A. Atividade antioxidante de extratos de resíduo agroindustrial de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.2, p.209-216, 2010.

NETO, Luis Gonzaga; Soares, José Monteiro. Cultura da goiaba. **Embrapa**, 1995, 75p.

NETO, L. G. M.; AMARAL, D. S.; MOURA, S. M. A.; PEIXOTO, L. G. Qualidade pós-colheita de goiabas cv. “Paluma” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio armazenadas em temperaturas ambiente. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.4, p.27-31, 2008.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; PINHEIRO-SANT’ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Health Sciences**, v.33, n.1, p.89-98, 2011.

OSORIO, C.; FORERO, D. P.; CARRIAZO, J.G. Characterisation and performance assessment of guava (*Psidium guajava* L.) microencapsulates obtained by spray-drying. **Food Research International**, v.44 p.1174–1181, 2011.

PADILIA-ZAKOUR, O.; ANDERSON, J. L. **Chemical Food Preservatives: Benzoate & Sorbate**. New York: Venture, 1998. 200p.

PATTHAMAKANOKPORN, O.; PUWASTIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, n.3, p.241-248, 2008.

PEÇANHA, D. A.; NEVES, T. G.; VERRUMA-BERNARDI, M. R.; DELIZA, R.; ARAÚJO, K. G. L.; KAJISHIMA, S.; PINHEIRO, M. S. Qualidade microbiológica, físico-química e sensorial de goiabada tipo cascão produzida na região norte do Estado do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal Food Technology**, v.9, n.1, p. 25-32, 2006.

PEREIRA, F.M.; **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Funep, 1995. 47p.
PERES, L. E. P. Metabolismo Secundário. Piracicaba – São Paulo: **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. ESALQ/USP, 2004. p.1-10.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v.39, p.791-800, 2006.

PETRUCI, J. F. S.; CARDOSO, A. A.; PEREIRA, A. P. Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação de benzoato, sorbato, metil e propilparabenos em produtos alimentícios utilizando a eletroforese capilar. **Química nova**, v.34, n.7, p.1177-1181, 2011.

RAFI, M. M.; KANAKASABAI, S.; REYES, M. D.; BRIGHT, J. J. Lycopene modulates growth and survival associated genes in prostate câncer. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.24, p.1724–1734, 2013.

RAMALHO, V. C; JORGE, N. Antioxidantes Utilizados em Óleos, Gorduras e alimentos Gordurosos. **Química Nova**, v.24, n.4, p. 755-760, 2005.

RAMOS, M. I. L.; UMAKI, M. C. S.; HIANE, P. A.; FILHO, M. M. R. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró vitamínicos “a” da polpa do piqui (caryocar brasiliense camb). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.19, n.1, p.23-32, 2001.

RAMULU, P.; RAO, P. U. Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.16, p. 677–685, 2003.

RAO, A. V.; AGARWAL, S.; Role of oxidant lycopene in cancer and heart disease. **Journal of the American College of Nutrition**, v.19, n.5, 2000.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2007, 196p.

RÖDEL, N.; GUIDOLIN, F. R. Uso de edulcorantes. **Serviço brasileiro de respostas técnicas**. Disponível em: <<http://sbirt.ibict.br/upload/sbirt3398.pdf>>. Acesso em: 2 de outubro de 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; **Carotenoids and food preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods**. Washington DC: Usaid-Omni, 1997, 88p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: Tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF. 100p. 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; PORCÚ, O. M. Pink fleshed guava and guava products as rich sources of lycopene effects of industrial processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.22, p.22, 2004.

ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; NETO, J. O.; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; SILVA, A. S.; SOUZA, R. S. Desenvolvimento de método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.837-846, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico 127 – EMBRAPA**, 2007.

RUTZ, Josiane Kuhn. **Caracterização e microencapsulação de suco de pitanga roxa (*Eugenia uniflora L.*)**. 2013. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

SACHS, A. Diabetes Mellitus. In: CUPPARI, **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2. ed. Barueri, SP: Malone, p.171-188, 2005.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Science and Technology International**, v.8, p.121-137, 2002.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications**. Technomic Publishing Company Inc., Lancaster PA., 1995, p.245.

SHAMI, N. J. I.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v.17, n.2, 2004.

SILVA, Andréa Gomes. **Extração e estabilidade dos carotenóides obtidos de tomate processado (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. 2001. 107f. Tese (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000. 227p.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.143, p.398-404, 2014.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.3, p.669-682, 2010a.

SILVA, D. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; COSTA, J. M. C.; FONSECA, A. V. V. Estabilidade de componentes bioativos do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p. 237-243, 2010b.

SILVA, N; JUNQUEIRA, V; SILVEIRA, N; **Manual de métodos de análise microbiológicas de alimentos**. Varela, 1997, 544p.

SINGH, S. P.; PAL, R. K. Controlled atmosphere storage of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Postharvest Biology and Tecnology**, v.47, n.3, p.296-306.

SIQUEIRA, E. B.; BRUSCATTO, M. H.; SGANZERLA, M.; BORGES, G. S. C.; ZAMBIAZI, R. C. **Aceitabilidade de goiabadas light com aplicação de hidrocolóides**. Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br>> Acesso em: 20 de julho de 2012.

SOARES, F. D.; PEREIRA, T.; MARQUES, M. O. M.; MONTEIRA, A. R. Volatile and non-volatile chemical composition of the white guava fruit (*Psidium guajava*) at different stages of maturity. **Food Chemistry**, v.100, p.15–21, 2007.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S. A.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, vol.30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUSA, M. S. B. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.14, n.3, p.202-210, 2011.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, I. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.3, p.554-559, 2011.

SOUZA, P. H. M.; NETO, M. H. N; MAIA, G. A.; Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p.127 – 135, 2003.

SRINIVASANA, M.; KALPANAB, B. K.; DEVIPRIYAB, N.; MENON, V.P. Protective effect of lycopene on whole body irradiation induced liver damage of Swiss albino mice: Pathological evaluation. Disponível em:<www.sciencedirect.com>. Acesso em: 05 de março de 2014.

STEINHAUS M.; SINUCO, D.; POLSTER, J.; OSORIO, C.; SCHIEBERLE, P. Characterization of the Aroma-Active Compounds in Pink Guava (*Psidium guajava*, L.) by Application of the Aroma Extract Dilution Analysis, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.4120–4127, 2008.

SWAINS, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.- The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.10, p.63-68, 1959.

TACO, **Tabela brasileira de composição de alimentos**, UNICAMP. 4. ed. rev. e ampl..Campinas: NEPAUNICAMP, 2011, 161 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006. 719p.

TAPIERO, H.; TOWNSEND, D. M.; TEW, K. D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**. v.58, n.2, p.100-110. 2004.

TAVARES, J. T. Q.; SANTOS, C. M. G.; TEIXEIRA, L. J.; SANTANA, R. S.; PORTUGAL, A. M. Estabilidade do ácido ascórbico em polpa de acerola submetida a diferentes tratamentos. **Magistra**, v. 15, n.2, 2003.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p.669-675, 2006.

VALENTE, A.; SANCHES-SILVA, A.; ALBUQUERQUE, T. G.; COSTA, H. S. Development of an orange juice in-house reference material and its application to guarantee the quality of vitamin C determination in fruits, juices and fruit pulps. **Food Chemistry**. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 14 de janeiro de 2014.

VALLILLO, M. I.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L. C. A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.241-244, 2005.

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

VIEIRA, M. L.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.888-897, 2011.

VINCI, G.; BOTRÈ, F.; MELE, G.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v.53, p.211-214, 1995.

ZAMBIAZI, Rui Carlos. **The role of endogenous lipid components on vegetable oil stability**. 1997. 304f. Tese (Doutorado em Foods and Nutritional) - Sciences Interdepartamental Program. University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo da ficha do teste triangular.

Nome: _____ Sexo: () F () M

Faixa etária: () > 25 anos () 25 – 35 anos () < 35 anos

TESTE TRIANGULAR

Você receberá um grupo de amostras, duas são iguais e uma diferente. Prove cuidadosamente cada uma das amostras, na ordem que estão sendo apresentadas, e faça um círculo em volta da amostra diferente.

Código da Amostra		
157	234	038

Comentários: _____

APÊNDICE B – Modelo da ficha do teste de aceitação.

Nome: _____ Sexo: () F () M
Faixa etária: () > 25 anos () 25 – 35 anos () < 35 anos

TESTE ACEITAÇÃO

Você está recebendo uma amostra, avalie usando a escala abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou do produto, e após indique sua intenção de compra.

1. Desgostei muitíssimo
2. Desgostei muito
3. Desgostei regularmente
4. Desgostei ligeiramente
5. Indiferente
6. Gostei ligeiramente
7. Gostei regularmente
8. Gostei muito
9. Gostei muitíssimo

Intenção de compra: () Compraria frequentemente
() Compraria ocasionalmente
() Nunca compraria

Comentários: _____

APÊNDICE C – Compostos biativos e atividade antioxidante dos doces convencional e *light* dentro de cada tempo de armazenamento.

Doces	Tempos				
	0	3	6	9	12
Compostos fenólicos (mg EAG.100g⁻¹ MS)					
Convencional	649,17 b	471,41 b	395,44 b	325,02 b	301,55 b
<i>Light</i>	905,19 a	641,68 a	414,37 a	346,74 a	347,01 a
Carotenoides totais (µg licopeno.g⁻¹ MS)					
Convencional	50,10 b	45,79 b	41,80 b	41,75 b	35,98 b
<i>Light</i>	96,39 a	71,57 a	55,33 a	56,12 a	56,33 a
Ácido ascórbico (mg ácido L-ascórbico.100g⁻¹ MS)					
Convencional	57,53 b	23,02 a	38,56 b	0 a	0 a
<i>Light</i>	87,88 a	18,90 b	65,26 a	0 a	0 a
Atividade antioxidante (EC₅₀ g.mL⁻¹ MS)					
Convencional	0,37 a	0,34 a	0,27 a	0,20 a	0,15 b
<i>Light</i>	0,33 b	0,33 a	0,21 b	0,19 a	0,21 a

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t (p<0,05), avaliando cada composto bioativo e atividade antioxidante, dentro de cada tempo de armazenamento.

APÊNDICE D – Compostos bioativos remanescentes durante o armazenamento dos doces em massa convencional e *light* e goiaba.

Doces	Tempos				
	0	3	6	9	12
Compostos fenólicos individuais remanescentes – Ácido gálico (%)					
Convencional	100 a	80,1 a	77,9 a	77,9 a	75 a
<i>Light</i>	100 a	91,8 a	89,8 a	86 a	84,5 a
Compostos fenólicos individuais remanescentes – Catequina (%)					
Convencional	100 a	96,4 a	93,8 a	90,8 a	88,5 a
<i>Light</i>	100 a	85,4 b	77,8 a	75,5 a	72,8 a
Carotenoides individuais remanescentes – Licopeno (%)					
Convencional	100 a	57,3 a	50,9 a	44,5 a	29 a
<i>Light</i>	100 a	74,2 a	62,9 a	52,7 a	44,5 a

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$), avaliando cada composto bioativo remanescente, dentro de cada tempo de armazenamento.

APÊNDICE E – Análise de coloração dos doces convencional e *light* dentro de cada tempo de armazenamento.

Doces	Tempos				
	0	3	6	9	12
L*					
Convencional	46,72 a	87,01 a	94,37 a	27,61 a	30,79 a
<i>Light</i>	43,61 b	80,21 b	99,92 b	26,24 b	34,82 a
a*					
Convencional	22,01 b	20,80 b	6,63 a	9,54 b	9,62 a
<i>Light</i>	26,46 a	27,17 a	3,06 b	9,63 a	5,89 b
b*					
Convencional	26,06 b	10,33 b	2,65 a	1,96 a	1,99 a
<i>Light</i>	22,75 a	15,32 a	2,41 a	1,77 b	2,37 a
°Hue					
Convencional	45,96 a	26,43 a	20,57 b	11,59 a	11,70 b
<i>Light</i>	44,62 a	29,42 a	39,53 a	10,41 b	21,83 a
Croma					
Convencional	37,14 a	23,23 b	4,08 a	9,73 a	9,82 b
<i>Light</i>	31,65 b	31,19 a	7,08 b	9,79 a	6,35 a

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$), avaliando cada variável de cor, dentro de cada tempo de armazenamento.

APÊNDICE F – Contagem de bolores e leveduras nas goiabadas convencional e *light* dentro de cada tempo de armazenamento.

Doces	Tempos				
	0	3	6	9	12
Bolores e Leveduras em Log UFC.g⁻¹					
Convencional	0 a	2.47712 a	1.69898 a	1.69898 b	4.65321 a
<i>Light</i>	0 a	2.30101 b	0 b	2.1760910 a	4.53148 b
Bolores e Leveduras em UFC.g⁻¹					
Convencional	<0,1 a	3x10 ² a	5x10 a	5x10 b	4,5x10 ⁴ a
<i>Light</i>	<0,1 a	2x10 ² b	<0,1 b	1,5x10 ² a	3,4x10 ⁴ b

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$), avaliando bolores e leveduras e apresentando seus resultados em duas unidades dentro de cada tempo de armazenamento.

ANEXO

ANEXO A – Tabela de significância no teste triangular.

Nº de julgamentos	Nº de respostas corretas necessárias para estabelecer diferença significativa.		
	P < 0,05	P < 0,01	P < 0,001
25	13	15	17
26	14	15	17
27	14	16	18
28	15	16	18
29	15	17	19
30	16	17	19
31	16	18	19
32	16	18	20
33	17	19	20
34	17	19	21
35	18	19	21
36	18	19	21
37	18	20	22
38	19	21	23
39	19	21	23
40	20	22	24
41	20	22	24
42	21	22	25
43	21	23	25
44	21	23	25
45	22	24	26
46	22	24	26
47	23	25	27
48	23	25	27
49	23	25	28
50	24	26	28
51	24	26	29
52	25	27	29
53	25	27	29
54	25	27	30
55	26	28	30

Fonte: DUTCOSKY, 2007.