



TELMA MELO BRANDÃO

**PROCESSAMENTO A VÁCUO E
ARMAZENAMENTO DE DOCE MISTO
DIETÉTICO E FUNCIONAL DE FRUTAS
DO CERRADO**

**LAVRAS – MG
2015**

TELMA MELO BRANDÃO

**PROCESSAMENTO A VÁCUO E ARMAZENAMENTO DE DOCE
MISTO DIETÉTICO E FUNCIONAL DE FRUTAS DO CERRADO**

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

Orientadora

Dra. Soraia Vilela Borges

Coorientadoras

Dra. Heloisa Helena Siqueira Elias

Dra. Elisângela Elena de Carvalho Nunes

LAVRAS-MG

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo (a) próprio (a) autor (a).

Brandão, Telma Melo.

Processamento a vácuo e armazenamento de doce misto
dietético e funcional de frutas do cerrado/ Telma Melo Brandão. –
Lavras: UFLA, 2015.

180 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador (a): Soraia Vilela Borges.

Bibliografia.

1. Processamento de frutas. 2. Armazenamento. 3. Compostos
bioativos. 4. Propriedades físico-químicas. 5. Propriedades físicas.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

TELMA MELO BRANDÃO

**PROCESSAMENTO A VÁCUO E ARMAZENAMENTO DE DOCE
MISTO DIETÉTICO E FUNCIONAL DE FRUTAS DO CERRADO**

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

APROVADA em 26 de fevereiro de 2015.

Dra. Soraia Vilela Borges	UFLA
Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho	UFLA
Dra. Adélir Aparecida Saczk	UFLA
Dra. Camila Carvalho Menezes	UFOP
Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira	UFLA

Dra. Soraia Vilela Borges
Orientadora

Coorientadoras
Dra. Heloisa Helena de Siqueira Elias
Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho

LAVRAS-MG

2015

Aos meus pais, Juarez de Souza Melo (*in
memoriam*) e Terezinha de Souza Melo, ao meu
marido, Marcelo Lyra Brandão (*in memoriam*), aos
meus filhos amados Anna Karina e Otávio Felipe,
irmãos e irmãs, que me encorajaram do início ao
término do trabalho

DEDICO

AGRACEDIMENTOS

A Deus, por ter me abençoado, pela força, saúde, paciência, graça e sabedoria para vencer obstáculos.

Agradeço aos meus pais, Juarez (*in memorium*) e Terezinha, ao Marcelo (*in memorium*) por todo o apoio e incentivo em todos os momentos de minha vida, pelo amor incondicional. Não tenho palavras para expressar minha gratidão!!!

Aos meus filhos, Anna Karina e Otávio Felipe, pelo carinho, apoio e compreensão na ausência desses quatro anos, também agradeço as minhas irmãs (Taise, Tani, Lucia Magali) e meus irmãos (Jeferson, Juarez Filho, Antonio Ricardo, Jadson e Jamensson).

À profa. Soraia Vilela Borges, orientadora e amiga, pela amizade, carinho e compreensão, apoio e incentivo em todos os momentos decisivos e importantes para a realização deste trabalho, pelo apoio técnico e aconselhamentos no programa de pós-graduação no doutorado.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) que me proporcionaram uma oportunidade de crescimento profissional.

Aos professores do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA pelos ensinamentos transmitidos.

Ao CNPq pelo fornecimento do apoio financeiro ao projeto (nº 559400/10-1) e ao Instituto Federal de Sergipe – *Campus* São Cristóvão pela liberação para realização do doutorado.

À Heloisa Helena e o Gustavo, pelo carinho, companheirismo e apoio nas horas alegres e tristes, pela ajuda em todas as etapas deste trabalho e pelo apoio incondicional!!!

À Professora Elisângela Elena e seus familiares, pelo apoio incondicional, carinho e ensinamentos.

À Tina e Denise, em especial pelos ensinamentos, dedicação, amizade, carinho e disponibilidade em auxiliar e ensinar com tanto carinho. Aos funcionários do DCA Lucilene e Adriana, pela atenção.

À Viviane Machado de Azevedo, Gabriela Santos, Élide Jorge, Ligiane, Giovana e Gilma, pela amizade e o carinho nessa jornada nos momentos difíceis e de alegria nessa trajetória.

Ao Fausto, pelo carinho e o incentivo constante nos momentos difíceis.

À Aline Gomes e Bruno, muito obrigada pela amizade e carinho e os bons momentos convvidos.

À Patricia Pereira e Vanessa Rios pelas orientações iniciais do trabalho.

Ao Paulo Eduardo da Rocha Tavares do ITAL pelo apoio, orientações e atenção.

Às alunas do curso de Engenharia de Alimentos Natalia Czimar, Jéssica Rodrigues, Mariele Vieira, Eloa Lourenço do Carmo, Lorena Brito (Tocantins) e Kátia Lumi Fukushima, pelo grande auxílio no início da realização e execução do trabalho.

À amiga e companheira Auxiliadora Jacob, pelos ensinamentos e apoio em vários momentos dessa caminhada.

À Helida Mara, pelo apoio, carinho e atenção...

Aos queridos amigos, Prof. José Guilherme e Profa. Olga Lucia Mondragón Bernal, pelo carinho, atenção e convivência nesses anos aqui em Lavras.

Às amigas Kátia Tabai, Lani Walcélia, Kátia Virgínia, Vani Luiza, Vera Maria dos Reis e Antônia Macedo, pelos telefonemas nos momentos de muita saudade que foram muito especiais.

Aos amigos do IFS – *Campus* São Cristóvão: Lani Walcélia Cipriano, Ana Amélia, Juliana Sérgio, Selene Cabral, Alfredo Cabral, Márcio Trindade, Hunaldo Silva, Marco Arlindo, Taise, Emília, Lindamar Oliveira e aos demais

amigos de Aracaju, Belo Horizonte, Campinas, Lavras, Rio, São Luís, Caxias do Sul, Brasília, Vitória etc. Terezinha Araújo, Geni Sivieiro, Rose e Silvestre, Rose e Genival, Luciana e Leleco, Valéria, Vani Luiza, Angelica Messina, Kátia Tabai, Angela Singui, Antônia Macedo, minhas comadres e amigas Vera Maria dos Reis e Jesus Farias, Paulina Lyra Falcão, Luiza Lopes e Marta Brandão, mesmo que distantes, ofereceram apoio e suporte emocional durante esse processo de aprendizagem.

Aos membros da banca pelas valiosas sugestões.

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

O Meu Muito, Muito Obrigada!!!!!!!!!!!!!!

Mensagem de agradecimentos

Aos verdadeiros tesouros, Meus queridos amigos presentes e ausentes, por tudo e por tanto.

BONS AMIGOS

Abençoados os que possuem amigos, os que os têm sem pedir. Porque amigo não se pede, não se compra, nem se vende.

Amigo a gente sente!

Benditos os que sofrem por amigos, os que falam com o olhar. Porque amigo não se cala, não questiona, nem se rende.

Amigo a gente entende!

Benditos os que guardam amigos, os que entregam o ombro pra chorar.

Porque amigo sofre e chora.

Amigo não tem hora pra consolar!

Benditos sejam os amigos que acreditam na tua verdade ou te apontam a realidade.

Porque amigo é a direção.

Amigo é a base quando falta o chão!

Benditos sejam todos os amigos de raízes, verdadeiros.

Porque amigos são herdeiros da real sagacidade.

Ter amigos é a melhor cumplicidade!

Há pessoas que choram por saber que as rosas têm espinho,

Há outras que sorriem por saber que os espinhos têm rosas!

Anônimo

"De tudo ficaram três coisas... A certeza de que estamos começando... A certeza de que é preciso continuar... A certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar... Fazemos da interrupção um caminho novo... Da queda, um passo de dança... Do medo, uma escada... Do sonho, uma ponte... Da procura, um encontro!"

(Fernando Sabino)

RESUMO GERAL

Este trabalho foi realizado com o objetivo de acompanhar o efeito da temperatura e o tempo de armazenamento sobre as características químicas, físicas e microbiológicas no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado. Previamente foram desenvolvidas diferentes formulações de doces mistos com polpas de frutas do cerrado como: marolo, maracujá-doce, graviola, murici e jenipapo, sendo as amostras dos doces previamente submetidas à avaliação sensorial com a finalidade de alcançar a melhor formulação do doce misto. Após os resultados do teste sensorial, a formulação do doce misto escolhido foi a que apresentava em sua composição polpas: do marolo, maracujá-doce e graviola acrescidos de demais ingredientes: polidextrose, fruto-oligossacarídeo, goma carragena, goma locusta, pectina de baixo teor de metoxilação, ácido cítrico e sorbato de potássio sucralose, acessulfame-K. As adições de polidextrose e de fruto-oligossacarídeo nas concentrações utilizadas tornaram-os funcionais. As etapas de desenvolvimento foram as seguintes: (1) avaliar neste trabalho a caracterização química, física, físico-química, microbiológica e centesimal das polpas de frutas (marolo, maracujá-doce e graviola), utilizadas na formulação, bem como a caracterização do doce misto no tempo zero. (2) Realizar análises químicas, físico-químicas e microbiológicas no doce misto armazenado por 180 dias em BODs nas temperaturas de 25° e 35°C, com a finalidade de verificar as alterações que ocorreram no doce misto quando comparado com a mistura das polpas das frutas *in natura*. (3) Avaliar as mudanças físicas (atividade de água, coloração, perfil de textura e sinérese) durante o armazenamento em ambas as temperaturas. Quanto aos resultados: (1) a mistura das polpas apresenta maior umidade, extrato etéreo, acidez, compostos bioativos (carotenoides, vitamina C, fenólicos totais e atividade antioxidante – DPPH) quando comparado ao doce. A formulação desenvolvida apresentou bons teores de fibra alimentar total (43,37%) sendo que a fibra solúvel e fibra insolúvel apresentaram teores de 30,57% e 11,80%, respectivamente. (2) Houve efeito significativo do tempo de armazenamento para: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, carotenoides totais, açúcares solúveis totais, fenólicos totais. A vitamina C e atividade antioxidante apresentaram efeito da interação temperatura x tempo de armazenamento. Não foram detectados leveduras e fungos filamentosos no doce misto ao longo do armazenamento. (3) O doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado armazenado na temperatura de 35°C apresentou maior dureza, gomosidade e mastigabilidade e não sofreram alterações nas características da cor.

Palavras-chave: Caracterização das polpas. Aditivos. *Annona crassiflora*. Mart. *Annona muricata*, L. *Passiflora alata*. Dryand.

GENERAL ABSTRACT

This work was carried out aimed to monitor the effect of temperature and storage time on chemical, physical and microbiological characteristics in the sweet mixed dietary and functional of cerrado fruits. Different formulations previously were developed of sweets mixed with pulps from cerrado fruits as: *marolo*, sweet passion fruit, soursop, murici and genipap, the sweet samples were previously submitted to sensory evaluation in order to reach the best formulation of sweet mixed. After sensory testing results the sweet mixed formulation chosen was the one that had in its composition pulps: *marolo*, sweet passion fruit and soursop plus other ingredients: polydextrose, fructo-oligosaccharide, carrageenan gum, locust bean gum, pectin of low methoxyl content, citric acid and potassium sorbate, sucralose, acesulfame-K. Polydextrose and fructo-oligosaccharide additions in the concentrations used become functional. The development steps were as follows: (1) in this study to evaluate chemical, physical, physico-chemical, microbiological and centesimal of fruit pulp (*marolo*, sweet passion fruit and soursop) used in the formulation as well the sweet mixed characterization at time zero. (2) To evaluate chemical, physico-chemical and microbiological analysis in sweet mixed stored for 180 days in BODs at temperatures 25°C and 35°C, in order to verify the changes that occurred in the sweet mixed compared to the pulp mixture of fruit in natura. (3) To evaluate the physical changes (water activity, color, texture's profile and syneresis) during storage at both temperatures. As for the results: (1) pulp mixture had higher moisture, ether extract, acidity, bioactive compounds (carotenoids, vitamin C, total phenolic and antioxidant activity - DPPH) compared to sweet. The developed formulation showed good total dietary fiber content 43.37%, while the soluble fiber and insoluble fiber presented content 30.57% and 11.80%, respectively. (2) There was a significant effect of storage time for pH, soluble solids, titratable acidity, total carotenoids, total soluble sugars, total phenolics. Vitamin C and antioxidant activity showed interaction effect (temperature x storage time). Filamentous fungi and yeasts were not detected in sweet mixed during storage. (3) The sweet mixed dietary and functional from cerrado fruits stored at 35°C showed higher hardness, gumminess and chewiness, did not change the color characteristics.

Keywords: Pulps characterization. Additives. *Annona crassiflora*. Mart. *Annona muricata*. L. *Passiflora alata*. Dryand.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3	
Figura 1	Valores médios da acidez titulável (A), sólidos solúveis (B) e açúcares totais (C) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento..... 131
Figura 2	Valores médios de carotenoides totais (A) e fenolicos totais (B) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento..... 133
Figura 3	Valores médios da vitamina C (A) e da atividade antioxidante – DPPH (B) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento..... 134
CAPÍTULO 4	
Figura 1	(A) valores médios de A_w do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento..... 153
Figura 2	(A, B e C) valores médios do parâmetro cor de L^* , a^* e b^* , do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento..... 156
Figura 3	(A e B) valores médios do parâmetro de croma (C^*) e do ângulo hue (h°) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento..... 157
Figura 4	(A, B, C e D) apresenta os valores médios do parâmetro de TPA: dureza, adesividade, gomosidade e mastigabilidade do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento..... 162

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2		
Tabela 1	Formulação utilizada na produção do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado.....	74
Tabela 2	Médias e desvio padrão da composição centesimal da mistura das polpas (MPF) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado, resultados expressos na matéria integral	90
Tabela 3	Valores médios e desvio padrão para composição química e físico- química da mistura das polpas (MPF) e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado.....	92
Tabela 4	Valores médios e desvio padrão do Perfil de carotenoides da MPF e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado processado em TV expresso na matéria seca (dw).....	100
Tabela 5	Valores médios e desvio padrão encontrado no perfil de fenólicos da MPF e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado expresso na matéria seca (dw).....	102
Tabela 6	Valores médios do parâmetro da cor e perfil de textura na mistura das polpas e do doce misto processado no TV.....	103
CAPÍTULO 3		
Tabela 2	Equações de regressão ajustadas para as variáveis que não apresentaram efeito significativo da interação entre temperatura e o tempo (0, 70, 105, 140 e 180 dias) de armazenamento.....	128
Tabela 3	Equações de regressão ajustadas para as variáveis que apresentaram efeito significativo da interação do doce misto entre o tempo de armazenamento (0, 70, 105, 140 e 180) e a temperatura (25°C e 35°C)	134
Tabela 4	Contagem de bolores e leveduras no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento....	136
CAPÍTULO 4		
Tabela 2	Equações de regressão ajustadas para diferentes parâmetros avaliados de atividade de água (A_w) e Cor que apresentaram efeito significativo da interação entre o tempo dias de armazenamento (0-180)	151
Tabela 3	Equações de regressão ajustadas para os parâmetros de Perfil de textura (TPA) que apresentaram efeito significativo da interação entre o tempo de armazenamento (0-180) dias....	159

SUMÁRIO

	CAPÍTULO I Introdução geral.....	18
1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1	Cerrado.....	21
2.2	Frutos do cerrado.....	22
2.2.1	Marolo ou araticum (<i>Annona crassiflora</i>, Mart).....	23
2.2.2	Graviola (<i>Annona muricata</i>, L.).....	24
2.2.3	Maracujá-doce (<i>Passiflora alata</i> Dryand).....	26
2.3	Alimentos funcionais.....	28
2.4	Doce em massa.....	28
2.4.1	Características do doce de frutas sem adição de açúcar.....	29
2.4.2	Fatores que interferam no processamento.....	30
2.5	Componentes do doce misto sem açúcar.....	31
2.5.1	Edulcorantes.....	32
2.5.1.1	Clorossacarídeos: Sucralose.....	33
2.5.1.2	Acesulfame-K.....	34
2.5.2	Agentes gelificantes.....	34
2.5.2.1	Pectina.....	35
2.5.2.1.1	Pectina BTM (Baixo Teor de Metoxilação).....	36
2.5.2.2	Goma Carragena.....	36
2.5.2.3	Goma Locusta.....	37
2.5.3	Agentes Conservantes.....	38
2.5.3.1	Ácido Cítrico.....	39
2.5.3.2	Sorbato de Potássio.....	39
2.5.4	Agentes de corpo.....	40
2.5.4.1	Frutooligossacarídeo (FOS).....	40
2.5.4.2	Polidextrose.....	42
2.6	Alterações durante o armazenamento.....	43
2.6.1	Fatores que condicionam a estabilidade dos alimentos.....	44
2.7	Vida de Prateleira e controle de qualidade.....	45
2.8	Importância das substâncias bioativas e dos nutrientes na alimentação humana.....	47
	REFERÊNCIAS.....	53
	CAPITULO 2 - Análises físico-químicas e microbiológicas da mistura das polpas e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado.....	68
1	INTRODUÇÃO.....	71
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	73
2.1	Matéria-prima.....	73
2.2	Preparo das polpas.....	73

2.3	Processamento do doce misto.....	73
3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS.....	76
3.1	Composição Centesimal (CC).....	76
3.2	Fibra alimentar.....	76
3.3	Análise de fruto-oligossacarídeo (FOS).....	78
3.4	pH e acidez titulável.....	79
3.5	Sólidos solúveis.....	79
3.6	Ratio.....	79
3.7	Atividade de água (Aw).....	80
3.8	Açúcares totais.....	80
3.9	Carotenoides totais.....	80
3.10	Vitamina C.....	81
3.11	Fenólicos totais.....	82
3.12	Atividade Antioxidante (DPPH).....	82
3.13	Quantificação dos ácidos orgânicos.....	83
3.14	Perfil de Carotenoides.....	84
3.15	Perfil de fenólicos.....	86
3.16	Minerais.....	87
3.17	Análise de cor.....	88
3.18	Análise de Perfil de Textura (TPA).....	88
3.19	Análise microbiológica.....	89
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
5	CONCLUSÃO.....	107
	REFERÊNCIAS.....	108
	CAPÍTULO 3 - Qualidade físico-química e microbiológica do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento.....	117
1	INTRODUÇÃO.....	120
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	123
2.1	Matéria-prima.....	123
2.2	Preparo das polpas.....	123
2.3	Processamento do doce misto.....	123
2.4	Planejamento experimental.....	123
3	ANÁLISES QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICAS.....	124
3.1	pH e acidez titulável.....	124
3.2	Sólidos solúveis.....	124
3.3	Açúcares totais.....	124
3.4	Carotenoides totais.....	124
3.5	Vitamina C.....	126
3.6	Fenólicos Totais.....	126

3.7	Atividade Antioxidante (DPPH).....	127
3.8	Análise microbiológica.....	127
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	138
5	CONCLUSÃO.....	138
	REFERÊNCIAS.....	139
	CAPITULO 4 - Alterações físicas do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento.....	143
1	INTRODUÇÃO.....	146
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	148
2.1	Matéria-prima.....	148
2.2	Preparo das Polpas.....	148
2.3	Processamento do doce misto.....	148
2.4	Planejamento experimental para avaliação das alterações... ..	148
3	ANÁLISES FÍSICAS.....	149
3.1	Atividade de água (Aw).....	149
3.2	Análise colorimétrica.....	149
3.3	Perfil de textura (TPA).....	149
3.4	Sinérese.....	150
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	151
5	CONCLUSÃO.....	165
	REFERÊNCIAS.....	166
	ANEXOS.....	172

CAPÍTULO I - Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um grande número de espécies de frutas nativas e exóticas com potencial interesse para agroindústria, além de provável fonte futura de renda para a produção local. Esses frutos representam uma oportunidade para produtores locais de ganharem acesso aos mercados especiais, nos quais os consumidores dão ênfase à presença de nutrientes capazes de reduzir o risco de doenças degenerativas (ALVES et al., 2008).

Várias espécies de frutíferas, ainda desconhecidas, vêm sendo estudadas, como alternativa as espécies tradicionais, que estão sofrendo, muitas vezes, não apenas a perda de competitividade e rentabilidade que são advindas de problemas relacionados a restrições de cultivo em determinadas regiões, logística, como também pelas novas demandas e exigências do mercado dos atuais consumidores. Entre essas espécies frutíferas nativas do cerrado destacam-se o marolo (*Annona crassiflora* Mart.), maracujá-doce (*Passiflora alata*, Dryand) e graviola (*Annona muricata*, Linneaus), que por apresentarem um tempo de produção curto e sazonal torna-se importante a constituição de uma atividade econômica promissora que viabilize a utilização dessa matéria-prima no processamento de novos produtos. Sendo assim, uma das formas de se alcançar novos mercados é através do desenvolvimento de novos produtos a partir destes frutos, tais como polpas de frutas congeladas.

O avanço tecnológico e as facilidades domésticas nas últimas décadas foram fatores determinantes na mudança do hábito do brasileiro e no estilo de vida das pessoas, promovendo de certa forma a busca por produtos industrializados elaborados que em sua maioria apresentam teores elevados de sal e gordura na sua composição, proporcionando de certa forma o aumento do número de doenças crônicas não transmissíveis associadas à obesidade como a

diabetes e as doenças cardiovasculares. Fato, este associado ao consumo exagerado de doces e gorduras.

Doces de frutas, foco deste estudo, estão inseridos em uma classe de alimentos que usualmente não são bem vistos por uma grande parcela da população. Normalmente, as pessoas associam que esses alimentos fornecem uma quantidade de caloria alta a quem consome o produto e que indiretamente pode comprometer a saúde em virtude do mesmo apresentar uma elevada quantidade de açúcar em sua formulação.

Alternativas para tornar os doces de frutas um produto que possa ser acessível a uma grande parte da população é reduzir ou excluir o açúcar na sua elaboração, também, adicionar a ele algum ingrediente com capacidade funcional com as fibras, vitaminas e minerais.

Os doces mistos são também uma alternativa importante, pois unem características nutricionais de duas ou mais frutas, proporcionando características sensoriais agradáveis conquistando gradativamente novos mercados de consumidores e abre um espaço nobre (ZOTARELLI; ZANATTA; CLEMENTE, 2008).

O processamento a vácuo em relação ao convencional apresenta vantagens na retenção de nutrientes (KALT et al., 2005) e a substituição do açúcar por edulcorantes, agentes de corpo e conservantes, além das condições de armazenamento, notadamente a temperatura, alteram a vida útil do produto (AMARO et al., 2013; MESQUITA et al., 2012).

A vida útil de um produto pode ser monitorada por meio das alterações físicas, químicas e microbiológicas durante o armazenamento que comprometem a qualidade do produto e a segurança do consumidor. Portanto, a vida de prateleira de doces artesanais pode variar de seis meses a um ano, de acordo com as condições de processamento, armazenamento e embalagem, podendo ser prolongada pelo uso de ácido ascórbico e seus sais os quais têm atuação

apropriada em pH de 4,0 a 6,0 (TFOUNI; TOLEDO, 2002 apud MENEZES et al., 2009).

Assim, informações a respeito das características químicas e do valor nutricional dos frutos do cerrado e do doce misto tornam-se necessários, sendo ferramentas básicas para avaliação da formulação e consumo de novos produtos. Entretanto, os estudos relacionados a estas frutas na preparação do produto ainda são escassos e poucos dados estão disponíveis na literatura.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das duas temperaturas ao longo do armazenamento no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado, nas alterações físico-químicas, químicas, físicas e microbiológicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cerrado

O Cerrado brasileiro é um ambiente muito peculiar por apresentar em sua constituição desde campos abertos até formações densas de florestas. Esse bioma ocupa, predominantemente, o Planalto Central Brasileiro e ocupa mais de 200 milhões de hectares, equivalente a cerca de 20% do território nacional, constituindo o segundo maior bioma do país representando aproximadamente 30% da biodiversidade brasileira e 5% da mundial, distribuídos principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal (PARTELLI et al., 2010). Portanto, esse bioma é considerado a mais rica savana tropical em todo mundo, apresentando grande diversidade de habitat e espécies dos 445 vegetais edêmicos, 12% estão presentes no Brasil (KLINK; MACHADO, 2005). É um bioma rico em diversidade de vegetais de várias espécies que são utilizadas nos mais diversos fins, sendo as principais: a alimentação por populações locais que utilizam os frutos, raízes e folhas como matéria-prima na elaboração de polpas, licores, doces, produção de óleos, ceras, fármacos e cosméticos (OLIVEIRA et al., 2011). Os produtos obtidos contribuem para a geração de emprego e renda de agricultores, camponeses e extrativistas, que comercializam seus produtos nas feiras livres e comércios locais (COULY; SIST, 2013).

Algumas frutas nativas do cerrado, como o marolo, o buriti, a cagaita, o araçá ou araçá-do-campo e outras típicas do cerrado, apresentam teores de vitaminas do complexo B, tais como vitamina tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina (PP), equivalentes ou superiores a outras frutas como o abacate, a banana e a goiaba que são tradicionalmente consideradas como boas fontes destas vitaminas (AGOSTINI-COSTA; VIEIRA, 2000). O interesse por estes frutos tem aumentado consideravelmente por se acreditar que o consumo dos mesmos

promova benefícios e melhoria à saúde humana através dos seus compostos bioativos (carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos) com propriedades antioxidantes.

As frutas do cerrado são um importante segmento, crescente, rentável e de boa aceitação, o que as tornam uma excelente alternativa para muitos agricultores e outros setores (indústria e comércio). Portanto, o desenvolvimento de pesquisas, a profissionalização na atividade e o uso adequado de tecnologias são fundamentais para a sustentabilidade da atividade e conseqüentemente melhoria na qualidade dos produtos (SOARES, 2009). Essas espécies nativas do cerrado apresentam grande potencial para sua utilização devido estarem relacionadas com as suas múltiplas utilidades e a sua fácil adaptação ao ambiente. De acordo com Dignart (1998), essas espécies são reproduzidas principalmente via sementes, o que garante de certa forma a manutenção da variabilidade genética.

O processamento térmico é considerado um dos mais importantes métodos de preservação de alimentos, pois garante a conservação química microbiológica e nutricional dos alimentos, notadamente o processamento a vácuo, em que a temperatura de evaporação da água é mais baixa (RABABAH et al., 2012). Segundo Fennema (2000) as reações envolvidas no processamento de um alimento são inúmeras e complexas. Embora alguns compostos bioativos sejam destruídos durante o processamento, muito deles, os quais, não estavam presentes no tecido intacto ou na forma crua, acabam sendo gerados. Alguns desses compostos possuem um grande potencial benéfico à saúde.

2.2 Frutos do cerrado

As frutas oferecem grande variedade de aromas e sabores e são compostas basicamente de vitaminas, açúcares, água e de sais minerais, apresentam propriedades medicinais, estimulantes e funções gástricas e desintoxicantes no

organismo. Portanto, neste contexto os frutos do cerrado constitui uma importante atividade econômica e promissora devido a sua diversidade e a potencialidade de suas espécies utilizadas não só como alimento nutritivo, mas principalmente como matéria-prima para o processamento industrial.

2.2.1 Marolo ou araticum (*Annona crassiflora*, Mart)

O marolo pertence à família Annonaceae, é uma planta arbórea, apresenta frutos do tipo drupa reunidos em infrutescências globosas ou alongadas, é uma árvore perene, com 6 m a 10 m de altura por 2 m a 4 m de diâmetro, seu tronco é tortuoso, revestido por uma casca áspera, resistente ao fogo. A polpa é branca, mas assume tons de rosa e amarelo. A iguaria do cheiro forte agrada muitos paladares, pesa entre 0,5 a 4,5Kg e contém de 90 a 190 carpelos com uma semente em cada (AGOSTINI-COSTA; VIEIRA, 2000).

Geralmente a frutificação do marolo se inicia em novembro e a maturação é concentrada entre os meses de janeiro a abril (CARVALHO, 2002). As flores podem ser solitárias ou agrupadas, com pétalas engrossadas e carnosas de coloração verde-amarelada, textura rugosa e escamosa e polpa bastante leve e cremosa, proporcionando sabor e aroma agradável, levemente adocicada e sua cor pode variar do branco ao amarelo (SILVA; JUNQUEIRA; ANDRADE, 2001).

A espécie ocorre desde o estado de São Paulo até o Tocantins, passando por Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Bahia em áreas de cerrados e cerradões. Em média, uma planta adulta produz de 5 a 20 frutos por planta, podendo alcançar até 40 frutos que, despolidos, rendem de 50 a 60% de polpa, o fruto pesa de 500 g a 5 Kg, contendo de 60 a 190 gomos, em forma de cone, apresentando em seu interior muitas sementes (CARVALHO, 2002). Essa fruta além de ser consumida “*in natura*”, são inúmeras as receitas de doces e bebidas que levam o sabor de sua polpa doce, acrescida, muitas vezes, pelos sabores de outras frutas. Esse aproveitamento é bastante difundido entre os

habitantes do Cerrado brasileiro, podendo ser encontrada uma grande variedade de pratos típicos da região, confeccionados com essa fruta, com destaque para os doces, as geleias, os licores, os refrescos, os sorvetes e os sucos (SOARES et al., 2009). Normalmente o fruto é comercializado de forma rústica em beiras de estrada, embora já possa ser encontrado em alguns supermercados do Brasil. Contudo, essa espécie corre risco de extinção, devido ao desmatamento do cerrado brasileiro (MELO; SALVANO; SILVA, 2002). É uma fruta rica em vários elementos e, em sua composição, vitaminas, além de ferro, fósforo e cálcio são encontradas. Em cada 100g de polpa tem o seu valor energético de 52 calorias, 0,4 g de proteína; 52 mg de cálcio, 24 mg de fósforo, 2,3 mg de ferro, 21 mg de vitamina C, 50 mg de vitamina A, 0,04 mg de vitamina B1 e 0,07 mg de vitamina B2 (ALMEIDA, 1998; SOUZA et al., 2012). Embora o teor de vitamina C presente na polpa se apresente baixo em comparação com outras frutas nativas do cerrado, ainda é mais elevado do que o de alguns frutos cultivados, tais como bananas (6,4mg) e maçãs (5,9mg).

2.2.2 Graviola (*Annona muricata*, L.)

A graviola é pertencente à família das Anonáceas, originária das Antilhas, cultivada no Brasil e em outros países da América do Sul e Central, no México e ainda na Flórida (BARBOSA; NAZARÉ; HASHIMOTO, 1981). É um fruto tipo baga de forma mais ou menos ovoide ou elipsoide, com valores médios de 20 cm de comprimento por 10 cm de diâmetro e peso variando de 500g a 2.500kg. A casca da graviola é de cor verde, mesmo quando a fruta está madura, possuindo internamente massa de característica arenosa, polpa branca (suculenta), ligeiramente doce e ácida, aroma perfumado e agradável ao paladar, envolvida com muitas sementes negras e brilhantes. Externamente, se apresenta munida de pequenas formações pontiagudas, que são pseudoacúleos,

geometricamente dispostos em sua superfície. No Brasil a frutificação da graviola ocorre no verão e produz bem em quase todo o território, sobretudo na Amazônia, no Cerrado e no Nordeste o ano todo graças à irrigação (BARBOSA; NAZARÉ; HASHIMOTO, 1981).

As folhas da gravioleira têm sido utilizadas para uma ampla gama de doenças humanas, incluindo as condições inflamatórias, reumatismo, neuralgia, diabetes, hipertensão, insônia, cistite, infecções parasitárias e câncer. Componentes bioativos que foram extraídos a partir de diferentes partes da planta são conhecidos como acetogenina e apresentam ação comprovada contra alguns tipos de câncer, pois os ácidos graxos de cadeia C35 ou C37 produzidos pelos seus frutos são tóxicos a células cancerosas do pâncreas (TORRES et al., 2012).

A gravioleira é uma árvore de pequeno porte com quatro a seis metros de altura. Sua maior ocorrência é verificada nas regiões de clima quente e úmido. Quanto à frutificação das espécies cultivadas, ocorre praticamente durante o ano inteiro, sendo mais intensa de julho a outubro. A graviola é uma fruta muito apreciada pelo seu aroma agradável e característico, descrito como um sabor de creme quando maduro, devido à presença de compostos de éster, açúcares, ácidos orgânicos de frutas e ésteres compostos não caracterizados (MCGORRIN, 2007). Além disso, sua polpa é muito suculenta e doce, comumente consumido como fruta fresca (MACLEOD; PIERIS, 1981). A fruta é constituída por cerca de 54% de polpa, 36% de casca e 10% de sementes.

A polpa apresenta-se bastante fibrosa, parecendo algodão, sendo excelente fonte de vitamina B, além de conter uma boa quantidade de proteína, gordura, carboidrato, vitamina C, potássio e fósforo. Pode ser consumida em pedaços puros, polvilhados com açúcar, a polpa congelada. Atualmente, já pode ser encontrada nos mercados europeus, norte-americanos e nas grandes cidades brasileiras.

Nos últimos anos, a fruta também vem sendo aproveitada industrialmente na produção de sucos, sorvetes, picolés, licores, doces e na aromatização de iogurtes (ZERAİK et al., 2010). Por vezes ela é também misturada a outros sucos de frutas, na preparação de musses, gelatinas e pudins, além de “*chutneys*” agridoces que acompanham muito bem pratos preparados com carnes e peixes. Em cada 100g da polpa da graviola contêm 39 calorias, 0,6 g de proteínas, 0,1 g de lípidos, hidratos de carbono, 9,8 g de 6 mg de cálcio, boa fonte de vitamina B, 10,5 mg de vitamina C, 170 mg de potássio e 17 mg de fósforo (FRANCO, 2007).

2.2.3 Maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand)

Maracujá é a denominação geral do fruto de várias espécies do gênero *Passiflora*, da família *Passifloraceae*, ordem *Passiflorales*, originário da América Latina. No Brasil já foram encontradas, aproximadamente, 150 espécies, a maioria ornamental, e cerca de sessenta produzindo frutos comestíveis. Atualmente, apenas duas espécies são aproveitadas comercialmente no país: o amarelo, ou azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e o doce (*Passiflora alata*, Dryand).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2007) a produção brasileira de maracujá em 2007 foi de 664.286 toneladas, com 47.032 ha de área plantada ou destinada a colheita, concentrada nos estados Bahia, Sergipe, São Paulo e Minas Gerais.

O maracujá-doce tem a sua produção e comercialização limitada pela falta de hábito de consumo. Os frutos são ovais ou piriformes, e casca da *P. Alata* é intensamente alaranjada, lembrando um mamão-papaia e pesam de 90 a 200 g (SILVA; JUNQUEIRA; ANDRADE, 2001). A polpa é adocicada, odor forte e agradável, mas enjoativa quando utilizada na forma de suco, e em geral é consumida na sua totalidade *in natura* (ZERAİK et al., 2008).

Segundo Meletti (1996) o maracujá-doce é originário do Brasil, é uma fruta ainda pouco conhecida pela maioria da população, apresentando produção e comercialização ainda restrita a pequenos nichos no país.

Zeraik et al. (2010), em sua revisão bibliográfica verificaram que muitas substâncias presentes na polpa e casca, podem contribuir para efeitos benéficos, tais como: atividade antioxidante, anti-hipertensão, diminuição da taxa de glicose e colesterol do sangue. As variedades comerciais de maracujá são ricas em alcaloide, flavanoides, carotenoides, minerais e vitamina A e C, substâncias responsáveis pelo efeito funcional em outros alimentos. Apesar do grande potencial do maracujá como alimento funcional, ainda são poucos estudos existentes com esse enfoque e que o *P. alata* é uma espécie oficial da Farmacopeia Brasileira (ZERAİK et al., 2008).

Em cada 100g da polpa do maracujá-doce encontram-se 39 calorias, 0,8 g de proteína, 9,6 g de carboidratos, 0,2 g lípidos, 5 mg de cálcio, 360 mg de potássio, 70 mcg de vitamina A, 150 e 100 mcg de vitamina B1 e B2, 15,6mg de vitamina C (FRANCO, 2007).

Considerando-se o grande potencial de exploração e a carência de estudos pertinentes às frutas do cerrado como: marolo, graviola e maracujá doce, devido à sua importância socioeconômica para as comunidades locais (através da agricultura sustentável) e associações, torna-se essencial desenvolver atividades que possam agregar valor aos frutos desde o momento da colheita, da manipulação e da produção da polpa dessas frutas, com sugestões efetivas no desenvolvimento de novos produtos para expandir os mesmos em todo território nacional (SOARES, 2009).

2.3 Alimentos funcionais

Os alimentos funcionais têm crescido no mercado mundial e fazem parte

de uma nova concepção de alimentos. Na década de 80, o governo do Japão através de um programa alimentar teve como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004).

Os consumidores modernos estão cada vez mais interessados em sua saúde pessoal, buscando uma alimentação que possa ser capaz de prevenir doenças. Tendo em vista a expectativa de elevado faturamento a indústria alimentícia direciona investimento aos setores de pesquisa e desenvolvimento destes novos produtos (GRANATO et al., 2010).

Alimentos funcionais são substâncias que, além de fornecer a nutrição básica, promovem benefícios à saúde e não a cura de doenças (STRINGETA et al., 2007). A ANVISA não classifica os alimentos funcionais, apenas são regulamentadas as alegações de propriedades funcionais e de propriedade de saúde, estabelecendo diretrizes para a utilização, bem como as condições de registro nos rótulos dos alimentos com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde (BRASIL, 1999).

Para que um alimento seja considerado funcional, ele precisa preencher requisitos básicos como: não apresentar efeitos adversos à saúde na concentração indicada, ter comprovação científica dos seus benefícios; ser resistente às barreiras biológicas do organismo, ou seja, ele deve chegar à forma ativa em seu sítio de atuação e possuir um tempo de atuação no organismo suficiente para trazer os benefícios.

2.4 Doce em massa

De acordo com a Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária,

doce em pasta é definido como um produto oriundo de frutas, inteiras, ou em partes e ou sementes, obtidos por cocção, concentração e processos tecnológicos considerados

seguros para a produção de alimentos. Podendo ser apresentados com ou sem a adição de açúcar e ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto. Os doces devem ser designados com as expressões relativas ao processo de obtenção do produto de acordo com a sua forma de apresentação e ou característica específica (BRASIL, 2005).

O doce em pasta pode ser simples (uma espécie) ou misto (mais de uma espécie) quanto ao vegetal empregado. Quanto à consistência pode ser cremoso (pasta homogênea e mole) ou em massa, de consistência homogênea que possibilita o corte (JACKIX, 1988). A designação do doce em massa é dada pelo nome da fruta acrescida do sufixo “ada” quando for elaborado com uma única espécie de fruta (BRASIL, 2005).

A elaboração de doces, em geral, é uma das formas empregadas para a conservação de frutas, pois além do calor, é adicionado açúcar, promovendo o aumento de sua concentração, alterando a pressão osmótica e, com isso, a vida útil do produto é aumentada. Acredita-se, no entanto, que este procedimento tenha sido adotado inicialmente para a melhoria de sabor e não com o objetivo específico de preservação (FELLOWS, 2006).

2.4.1 Características do doce de frutas sem adição de açúcar

As diretrizes para classificação de produtos *light* e *diet* são encontradas nas Portarias SVS/MS números 27 e 29, de 13 de janeiro de 1998 (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2015a, 2015b). O termo *light* é utilizado para alimentos com valor calórico reduzido, 25% da quantidade de um determinado nutriente ou calorias e um alimento para ser chamado *diet* para açúcares, por exemplo, necessita ser isento ou conter no máximo 0,5% de açúcares em sua composição. De acordo com Brasil (1998) um produto que não tenha adição de açúcares, mas contenha os açúcares naturais dos ingredientes, entrará na categoria de alimentos para dietas de ingestão

controlada de açúcares, e essa alegação precisa vir no rótulo, severa de um determinado nutriente.

Os doces em massa de baixo valor calórico (*light*) são formulados por meio do uso de pectinas BTM (baixo teor de metoxilação), que formam gel na presença de cátions bivalentes, normalmente cálcio, não necessitando da presença de altas concentrações de açúcares, mas sendo importante o controle de pH para estabilização do gel (CHIM, 2004; CRISTENSEN, 1986; FISZMAN, 1989).

Quando se utiliza a pectina BTM e/ou emprega-se substitutos do açúcar na elaboração de produtos de baixa caloria, ocorre a indução de alterações na formação do gel de pectina e nas condições para obtenção do produto, podendo, quando não utilizada de forma adequada, resultar em uma textura frágil que pode dessa forma proporcionar sinérese (CHIM; ZAMBIAZI; BRUSCATTO, 2006).

No processamento de doces de frutas sem a presença do açúcar ocorre a perda do “corpo” do produto, uma vez que, o açúcar em conjunto com a pectina é responsável pela formação da gelificação, fazendo com que a doçura e a textura diminuam ou aumentem a atividade de água do produto final (LOFGREN; HERMASSON, 2007). Portanto, para a elaboração e conservação deste doce sem a presença do açúcar se faz necessária a utilização de vários aditivos, tais como: agentes de corpo, conservantes, agentes gelificantes e edulcorantes que são importantes para o armazenamento, mas por outro lado, reduzem o grau, a caramelização e a magnitude da reação de Maillard (CAMPOS; CÂNDIDO, 1995; GAJAR; BADRIE, 2002).

2.4.2 Fatores que interferam no processamento

Na elaboração de um doce em massa é preciso uma série de cuidados especiais, que vai desde o recebimento da matéria-prima até o seu grau de maturação para processar o produto. Esses cuidados devem ser seguidos

antes de iniciar o preparo da formulação. No preparo do doce, deve-se ter o controle dos seguintes fatores: balanço entre açúcar invertido e sacarose, acidez, pH e teor de pectina necessária para formar um estado geleificado (DERVISI; LAMB; ZABETAKIS, 2001).

Quando a relação entre o açúcar, a pectina, o ácido e a água for ótima, ocorrerá a formação do gel. Porém em meio ácido a pectina está carregada negativamente e se houver a adição de açúcar afetará o equilíbrio pectina/água formando uma rede de fibras capaz de reter líquidos. Essa rigidez na estrutura é afetada pela concentração do açúcar e pela acidez. Quando a concentração do açúcar é alta esta rede suportará menor quantidade de água. A acidez elevada afeta a elasticidade, deixando-a dura e quando a acidez é baixa promove enfraquecimento da rede e a incapacidade da mesma em reter o líquido que está preso na estrutura, promovendo seu desprendimento, fenômeno conhecido como sinérese (BOBBIO; BOBBIO, 2001; JACKIX, 1988).

Garcia (2002), considera que para um doce em massa apresentar bom resultado em um processamento adequado deve ter as partes comestíveis de vegetais, adicionada de sacarose (40 a 50%), pectina (0,5 1,0 e 1,5%) e ajustador de pH (3,0 a 3,4).

2.5 Componentes do doce misto sem açúcar

Existem, no mercado, inúmeros aditivos que podem ser utilizados na elaboração de produtos sem adição de açúcar, tais como acesulfame – K, ciclamato, sucralose, esteviosídeo e taumatina (edulcorantes); maltitol, polidextrose e frutooligossacarídeo (agentes de corpo); gomas xantana, locusta e carragena e pectina de baixo teor de metoxilação (agentes gelificantes).

2.5.1 Edulcorantes

Os edulcorantes são substâncias com gosto extremamente doce, não necessariamente açúcares ou polióis, embora possam contê-los como parte de suas moléculas, sendo considerados não calóricos pelo fato de não serem metabolizadas pelo organismo ou por serem utilizadas em quantidades tão pequenas, que o aporte calórico é insignificante. Cada um deles possui características específicas de intensidade e persistência do gosto doce e presença ou não de gosto amargo, que são fatores determinantes em sua aceitabilidade pelos consumidores (CARDELLO; SILVA; DAMÁSIO, 2000).

As normas brasileiras que determinam os limites máximos de aditivos alimentares são elaboradas com base em referências internacionais, como o Codex Alimentarius (Norma Geral de Aditivos Alimentares – GSFA), a União Europeia e, de forma complementar, a U. S. Food and Drug Administration (FDA). A resolução RDC n°. 18 de 24 de março de 2008, dispõe sobre o "Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos expressos em g/100g ou g/100mL do produto pronto para consumo". De acordo com essa legislação, o uso de edulcorantes somente é justificável para alimentos em que houve redução parcial ou total de açúcares (BRASIL, 2008).

Segundo Campos (2000), para a elaboração do doce sem açúcar, existem no mercado vários aditivos que são utilizados, tais como: edulcorantes naturais que são classificados em proteicos (miraculina, monelina, taumatina e glicosídicos que compreendem a glicirrizina) e os edulcorantes sintéticos ou adoçantes artificiais (sacarina, ciclamato, aspartame, acesulfame-k, sucralose, neo-hesperdina dihidrochalcona, naringina e peritalina) que são aditivos intencionais utilizados para promover ou intensificar o sabor adocicado de um alimento, substituindo os açúcares convencionais na elaboração de alimentos

destinados a consumidores que necessitam perder peso e a diabéticos que necessitam restringir a ingestão de sacarose ou glicose com os alimentos dietéticos (MARIZ; MIDIO, 2000).

2.5.1.1 Clorossacarídeos: Sucralose

O clorossacarídeo sucralose (1,6-dicloro-1,6-dideoxi- β -frutofuranosil-4-cloro- α -D-galactopiranosídeo) foi aprovado em 1998 e 1999, para aplicação generalizada em alimentos nos Estados Unidos, sendo hoje, também aprovada em mais de 40 países. A molécula da sucralose possui uma estrutura ideal para resistir aos ataques digestivos e metabólicos, pelo fornecimento de propriedades moleculares que não são reconhecidas com facilidade por enzimas hidrolíticas constitutivas.

A sucralose caracteriza-se pelo sabor semelhante ao da sacarose e a ausência de residual desagradável, possuindo poder adoçante é cerca de 600 vezes maior que o da sacarose, apresentando uma doçura com perfil de tempo-intensidade semelhante a da sacarose, com ausência de amargor ou outros sabores indesejáveis residuais, ela exibe um grau elevado de cristalinidade, elevada solubilidade em água e estabilidade muito boa em temperaturas elevadas e é razoavelmente estável nos pHs de bebidas carbonatadas. É obtida por processo industrial relativamente simples, mediante cloração seletiva da sacarose (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008; ZHAO; TEPPER, 2007).

De acordo com a Resolução RDC 18/2008 o limite máximo permitido de sucralose é 0,04 g/100g (BRASIL, 2008b). A dose diária aceitável (IDA) para a sucralose segundo a FAO/WHO é de 15 mg/Kg de peso corpóreo (KRETCHMER; HOLLENBECK, 1991; WELLS, 1989).

2.5.1.2 Acesulfame-K

O acesulfame-K foi descoberto acidentalmente em 1967 por Karl Claus da Hoescht na Alemanha. Acesulfame-K ou acesulfame de potássio é um sal de potássio (6-metil-1,2,3-oxatiazina-4(3H)-ona-2,2-dióxido). Em julho de 1988 a Hoescht recebeu a aprovação da FDA para o uso de seu adoçante não calórico em alguns alimentos secos como misturas para bebidas, adoçantes de mesa e como ingrediente de goma de mascar e de pós para pudins. O acesulfame-K é um produto branco cristalino e sem odor com propriedades que oferecem muitas vantagens ao tecnólogo de alimentos. Em sua forma original, seca e cristalina, permanece por muitos anos à temperatura ambiente (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

Seu poder adoçante é cerca de 200 vezes maior que a sacarose em solução de concentração de 3%, apresentando qualidade de doçura entre a sacarina e os ciclamatos. Seu sabor doce é rapidamente perceptível e a doçura deste edulcorante não diminui com o aumento da temperatura como acontece com os outros edulcorantes artificiais, sendo estável em temperaturas elevadas e valores de pH (STABILE, 1991) e estável também em produtos ácidos como refrigerantes carbonatados (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008).

Segundo Nachtigall e Zambiasi (2006), a suralose e o acesulfame-K, são capazes de conferir sabor doce que resulta em valor mínimo ou ausência de calorias. E são permitidos para uso em produtos alimentícios no Brasil (BRASIL 2001).

2.5.2 Agentes gelificantes

Segundo Moreira, Chenlo e Torres (2011), os agentes gelificantes são polissacarídeos que apresentam a propriedade de reter moléculas de água, formando soluções coloidais e controlando desse modo a atividade de água de um sistema. Além de conferir ao alimento uma textura mais firme, ou seja, atuam no alimento para que o mesmo adquira a consistência de um gel.

Muitos trabalhos experimentais têm demonstrado que hidrocolóides, tais como carragena e goma guar, funcionam fisiologicamente como fibra solúvel, sendo bastante eficazes na redução do nível de colesterol sanguíneo (BRENNAN et al., 1996).

Entre os agentes gelificantes mais conhecidos na elaboração de produtos alimentícios podem ser mencionados a goma guar, goma carragena, goma gelana, pectina e a carboximetilcelulose, pois sob certas condições formam géis (MOREIRA; CHENLO; TORRES, 2011; WILLIAMS, 2007).

2.5.2.1 Pectina

As substâncias pécticas ocorrem na maioria dos vegetais, principalmente em tecidos macios como os frutos. Nas plantas, possuem função importante na lamela média da célula, por atuarem auxiliando na manutenção da união celular, juntamente à celulose, hemicelulose e glicoproteínas (GROSSO, 1992).

As moléculas nativas, presentes nas paredes celulares e nas camadas intercelulares de todas as plantas, a partir das quais as pectinas comerciais são obtidas, são moléculas mais complexas, as quais são convertidas em galacturonoglicanos metil esterificados durante extração com ácido. A pectina comercial é obtida da casca das frutas cítricas e do bagaço de maçã. A pectina das cascas de limão e lima é, em geral, a mais fácil de ser isolada e a de mais alta qualidade, possuem uma capacidade única de formar géis espalháveis, na presença de açúcar e ácido, ou na presença de íons de cálcio (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008).

Segundo Willats, Knox e Mikkelsen (2006) a pectina é considerado um ingrediente funcional de alto valor, sendo muito utilizada pela indústria alimentícia como um agente gelificante e estabilizante, na produção de doces e geleias, sucos e produtos de confeitaria.

2.5.2.1.1 Pectina BTM (Baixo Teor de Metoxilação)

A principal aplicação das pectinas BTM se dá na produção de geleias e doces dietéticos, por essa pectina não necessitar de açúcar para formar o gel. As pectinas BTM podem formar géis estáveis na ausência de açúcares, mas requerem a presença de íons bivalentes, como cálcio, que provocam a formação de ligações cruzadas entre as moléculas. Este tipo de gel é adequado para produtos de valor calórico reduzido ou sem açúcar, pois é menos sensível ao pH que a pectina de alto teor de metoxilação - ATM pode formar gel na faixa de pH de 2,5 a 6,5. Segundo Hoef (2006) os géis adequados são obtidos na faixa de pH de 3,1 a 3,7 torna a pectina BTM mais sensível aos íons cálcio, sendo necessária menor quantidade de cálcio para a formação do gel. Essa pectina foi desenvolvida para doces e geleias de baixo teor de sólidos solúveis, para garantir força de gel, aroma de fruta e textura desejáveis, com isso, obtém-se uma textura ótima, controlando a sinérese (FRAEYE et al., 2010).

2.5.2.2 Goma Carragena

A goma carragena é um biopolímero de galactose solúvel em água, sendo classificada em três principais frações: λ -, ι - e κ -carragena. Possui aplicação em diversas indústrias, principalmente na farmacêutica e alimentícia. As carragenas apresentam moléculas muito flexíveis, sendo que a altas concentrações podem formar uma estrutura mais ordenada na forma de duplas hélices, a qual pode levar à formação de géis, por isso são utilizadas como agentes gelificantes e estabilizantes (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008; SPAGNUOLO et al., 2005).

Segundo Langerdorff et al. (2000), as estruturas iota e kappa, quando em solução aquosa e submetidas a variações de temperatura, passam por uma

transição da forma novelar (desordenada) para a forma de hélice (ordenada). A temperatura de transição depende principalmente do meio iônico, e a formação em hélice está relacionada à capacidade de gelatinização. A forma lambda, que possui uma formação linear, não forma gel.

Devido a sua estrutura macromolecular linear e a natureza polieletrólítica, a goma carragena tem a capacidade de interagir com outras partículas, formando soluções altamente viscosas, que têm suas viscosidades reduzidas com o aumento da temperatura (LARA, 1993). A viscosidade depende do tipo de carragenato, peso molecular, temperatura, meio iônico e concentração; assim como nas macromoléculas lineares, a viscosidade aumenta de forma exponencial com a concentração (BELITZ; GROSCH, 1988).

Esta goma atua como emulsificante, geleificante e estabilizante, tendo a capacidade de manter partículas em suspensão. Atinge estabilidade máxima em pH 9,0, não devendo ser processada a quente em pH inferior a 3,5; no entanto, em pH superior a 6,0 resiste às condições normais de esterilização. Em valores de pH abaixo de 4,0 e com aquecimento prolongado a goma é autodegradada (BOBBIO; BOBBIO, 1995; GRANADA, 2002).

2.5.2.3 Goma Locusta

A goma locusta (LBG) é um polissacarídeo solúvel em água extraído do endosperma de sementes de alfarrobeira. É frequentemente utilizada nas indústrias de alimentos, farmacêuticas e de cosméticos. Atua como espessante, estabilizante de emulsões, inibidor de sinérese e apresenta estabilidade na faixa de pH de 3,5 a 11,0 (ARDA; KARA; PEKCAN, 2009). Consiste de uma rede linear de resíduos de manose que é substituído não regularmente por resíduos de galactose (WU et al., 2012). Não tem poder gelificante, mas possui fortes interações sinérgicas com outros componentes como goma carragena, goma

xantana entre outros, formando géis, principalmente na presença de sais formados por íons Na^+ e Ca^{2+} (CHEN et al., 2001; CHRONAKIS; BORGSTRÖM; PICULELL, 1999; HIGIRO et al., 2007; MANDALA; SAVVAS; KOSTAROPOULOS, 2004; RAMÍREZ et al., 2002; VEGA; DALGLEISH; GOFF, 2005).

2.5.3 Agentes Conservantes

De acordo com Evangelista (2005), os agentes conservantes são substâncias utilizadas como conservador ou preservadores em produtos alimentícios que retardam os processos de deterioração desses produtos, protegendo-os contra a ação dos microrganismos ou enzimas e proporcionando o aumento do período de vida útil do alimento.

Produtos em conserva como, doces, geleias e sucos geralmente são conservados usando-se uma combinação de procedimentos, tais como: redução do pH ou da atividade de água pela adição de solutos, tratamentos térmicos além do uso de conservantes (MENEZES, 2009).

Normalmente recorre-se ao uso de substâncias químicas para a conservação de alimentos. Os conservantes permitidos pela legislação são: ácido sórbico, ácido cítrico, sorbato de sódio, sorbato de potássio e sorbato de cálcio (BRASIL, 2001).

Os conservantes devem ser dissolvidos em uma pequena quantidade de água e depois incorporados ao produto. Normalmente, quando os produtos são embalados em recipientes plásticos e recebem conservantes pode-se lançar mão de tratamentos físicos, como a esterelização, quando o produto é embalado em recipientes de vidro, não havendo a necessidade do uso de conservante (VICENZI, 2005).

2.5.3.1 Ácido Cítrico

O ácido cítrico ou citrato de hidrogênio é um ácido orgânico tricarbóxico fraco que pode ser encontrado nos citrinos. É um conservante natural que funciona como antioxidante, sendo conhecido como acidulante INS 330. Confere sabor ácido e refrescante na formulação de alimentos e é totalmente solúvel em água, encontra-se em grande parte nas frutas, principalmente nas cítricas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008).

O ácido cítrico em temperatura ambiente é um pó cristalino branco, utilizado como acidificante em alimentos não ácidos até que se obtenha o pH reduzido a valores inferiores a 4,5 ou menor para produtos processados termicamente, prevenindo o desenvolvimento de microrganismo de risco por exemplo, *Clostridium botulinum* (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008). Na indústria de doce é muito utilizado como flavorizante, proporcionando a sensação ácida de frutas, intensifica o sabor dos flavorizantes naturais das frutas, inibe o efeito catalizador dos metais presentes em praticamente todos os alimentos e o escurecimento de frutas durante o processamento, mediante a formação de complexos que não possuem efeito catalítico (ARAÚJO, 2011).

2.5.3.2 Sorbato de Potássio

O sorbato de potássio é um sal de potássio de ácido sórbico conservante fungicida e bactericida, inibidor de crescimento de bolores e leveduras, amplamente utilizado na alimentação como conservante. O ácido sórbico se encontra em forma natural em alguns frutos, contudo geralmente, utiliza-se o sorbato de potássio na indústria alimentar, pois é mais solúvel em água que o ácido sórbico. O sorbato de potássio é produzido por neutralização de hidróxido de potássio com ácido sórbico. Este sal apresenta-se incolor e é frequentemente muito utilizado em razão da sua alta solubilidade em água. São

efetivos no controle de leveduras e fungos, sendo utilizados em níveis de até 0,2%, sua eficiência se estende a uma faixa de pH até 6,5. Suas aplicações tradicionais incluem queijos, margarina, produtos de panificação, sucos, bebidas, xaropes, vinhos, geleia, doces, picles e molhos para salada e tem como finalidade retardar o crescimento de microrganismos, com isso promovendo o aumento do tempo de vida útil do produto (ARAÚJO, 2011).

2.5.4 Agentes de corpo

Campos (2000) e Vissoto, Gomes e Batista (2005) reportam que os agentes de corpo são compostos com propriedades que promovem a estrutura ao alimento, que no caso de doces e geleias sem adição de açúcar devem apresentar características similares as da sacarose na: reposição de sólidos, estabilidade em diferentes condições de pH e temperatura, ausência de sabor residual e contribuir com a coloração. No mercado são encontradas várias substâncias consideradas agentes de corpo, sendo as mais utilizadas são o matitol, polidextrose, frutooligossacarídeo e inulina.

2.5.4.1 Frutooligossacarídeo (FOS)

No interior da célula vegetal, podem existir polissacarídeos que cumprem funções e armazenamento e que por sua vez possam ser parcial ou totalmente digeríveis (RUPEREZ; BRAVO, 2001), destacam-se: frutanos e amido.

Os frutanos são poliméricos naturais, polissacarídeos da frutose. São sintetizados nas plantas por microrganismos a partir da sacarose e aparecem em plantas que não utilizam amido como substância de reserva. A inulina é um frutano que contém entre 6 a 150 unidades de frutose unidas por ligações β 1-2. Os frutanos de menos de seis monômeros são denominados frutooligossacarídeo.

Os frutooligossacarídeos consistem de moléculas de sacarose, nas quais uma ou duas outras unidades de frutose são adicionadas por ligações β -(2-1) à molécula de frutose da sacarose. Os frutooligossacarídeos são moléculas solúveis que resistem à digestão enzimática humana, mas que é totalmente fermentável pela ação da flora bacteriana, produzindo em sua grande maioria lactose e ácidos graxos de cadeia curta, apresentando um alto interesse como ingrediente prebiótico. Existe um consenso de que os FOS modificam o habitat intestinal, causando normalização, frequência e aumento no bolo fecal, aumento do número de bactérias e/ou atividade do número de bifidobactérias e bactérias ácido-láticas, no intestino humano. Em vista disso, os frutooligossacarídeos têm sido utilizados numa ampla variedade de alimentos como iogurte, leite, queijo, leite de soja, confeitos, cereais em barra e cereais infantis (THAMER; PENNA, 2005).

Os frutooligossacarídeos são constituintes naturais de muitos alimentos, sendo amplamente distribuídos nos produtos de origem vegetal. Esses oligossacarídeos possuem frutose como unidade monomérica principal em diferentes graus de polimerização, podendo ser produzidos industrialmente, por meio de extração, fermentação microbiana ou pela ação de enzimas.

Os frutooligossacarídeos (FOS) são açúcares não convencionais, que estão emergindo rapidamente como importante ingrediente na indústria de alimentos, pois, além da capacidade de estimulação do crescimento de microrganismos benéficos e como fonte de fibra alimentar na preparação de alimentos funcionais que apresentem propriedades funcionais e nutricionais para serem utilizados na elaboração de dietas de baixa caloria e/ou destinados à população de diabéticos (LAJOLO et al., 2001).

2.5.4.2 Polidextrose

A polidextrose é um polissacarídeo sintetizado pela polimerização randômica da glicose e pode ser considerado como alimento funcional, pois é parcialmente fermentado no intestino grosso, mas não é digerido nem absorvido no intestino delgado e, em sua maior parte, é excretado pelas fezes. Segundo Paucar-Menacho et al. (2008) esse polímero é extremamente estável dentro de uma ampla faixa de pH, temperatura, condições de processamento e estocagem, é solúvel em água e seu valor calórico é de 1 kcal.g⁻¹. Quando inserido nas preparações de alimentos melhora a textura, funciona como espessante e estabilizante, além de ser umectante (MONTENEGRO et al., 2008).

Em alguns estudos realizados com humanos, a polidextrose apresenta efeitos fisiológicos favorecendo uma melhora na função intestinal e com isso promove melhor defecação. Além disso, inibiu a absorção excessiva de glicose no intestino delgado e a fermentação no intestino grosso produziu ácidos graxos de cadeia curta favorecendo a redução do pH do intestino. Portanto, a ingestão diária de 4-12 g de polidextrose melhora a função fisiológica sem produzir efeitos adversos (JIE et al., 2000).

Flood, Auerbach e Craig (2004) encontraram em estudo realizado em humanos, que a polidextrose não provoca diarreia em adultos com uma ingestão abaixo de 50g por dia, mas, possivelmente, a ingestão de doses superiores pode conduzir a esse sintoma.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008a), um produto que contenha polidextrose só poderá alegar propriedade funcional se a porção do produto pronto para consumo fornecer no mínimo 3g de polidextrose, se o alimento for sólido, ou 1,5g, se o alimento for líquido, e que a recomendação diária de consumo do produto que contenha polidextrose

não deva resultar na ingestão dessa fibra acima de 90g ou cuja porção única de consumo resulte em ingestão de polidextrose superior a 50g.

2.6 Alterações durante o armazenamento

A estabilidade é uma característica altamente desejável em alimentos. Termodinamicamente, um material estável é aquele que se encontra em equilíbrio com as condições de temperatura e pressão do ambiente, de maneira que ele não apresente modificações em seu estado físico ao longo do tempo (LEITE; MURR; PARK, 2005).

Compostos quimicamente puros são geralmente estáveis, porém, os alimentos são constituídos por uma combinação de distintos componentes e, portanto, existem em um estado de desequilíbrio amorfo. Materiais amorfos são compostos sujeitos às mudanças de temperatura e pressão do ambiente de maneira que pequenas variações nas condições ambientais podem causar mudanças de estado em alguns componentes, causando alterações estruturais indesejáveis (LEITE; MURR; PARK, 2005).

Os alimentos querem industrializados ou não, mantêm-se em constante atividade biológica, manifestada por alterações de natureza química, física, microbiológica ou enzimática que levam à deterioração da qualidade. Caracteriza-se pela inaptidão dos produtos para o consumo humano, como resultado da existência de contaminação microbiana ou insetos, da alteração de certos atributos sensoriais como cor, sabor, textura e viscosidade ou presença de certos contaminantes químicos. A perda da qualidade leva a um limite de aceitabilidade do produto, que está associado à sua vida de prateleira (SARANTÓPOLUS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001). O prolongamento da vida de prateleira dos alimentos está intimamente associado à manutenção dos seus diferentes atributos de qualidade.

As alterações químicas causadas por microrganismos nos alimentos podem apresentar alterações em sua composição, propriedades organolépticas e de estrutura, comprometem também a viscosidade diminuindo a hidrólise de polissacarídeo, em que a coloração pode ser afetada pela ação das bactérias produtoras de pigmentos. Este processo é denominado de biodeterioração (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

2.6.1 Fatores que condicionam a estabilidade dos alimentos

Os fatores que influenciam na velocidade das reações de transformação são vários: temperatura, umidade, atividade de água, acidez, ar, luz, as reações químicas e os microrganismos são fatores responsáveis pela alteração ou deterioração dos alimentos. O ar promove a oxidação das gorduras, pigmentos e vitaminas. A luz tem papel importante na formação de radicais livres, os quais aceleram reações de decomposição (BARUFALDI; OLIVEIRA, 1988). Os microrganismos ocasionam alterações nos alimentos como fermentações, decomposição de hidratos de carbono com desprendimento ou não de gases, formando produtos não tóxicos; putrefações, decomposição anaeróbica de substâncias nitrogenadas com despredimento de gases de mau cheiro e algumas vezes com produção de toxinas, alterações na aparência, moficação do ponto de vista visual (CAMARGO, 1986).

Os efeitos da atividade de água num alimento não só estão ligados ao crescimento de microrganismo ou deterioração química, mas também à deterioração da consistência do alimento (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Os ácidos são utilizados como auxiliares na conservação do alimento, quando associado a um tratamento térmico e o controle da umidade, esse aditivo configura como um meio importante para inibir a ação dos microrganismos e também contribui para

diminuir o tempo de tratamento ou a temperatura deste (BARUFALDI; OLIVEIRA, 1988).

Martins et al. (2007) verificaram que a atividade de água no doce de umbu diminuiu com o aumento do teor de sólidos solúveis, fato também observado por Soares Junior, Maia e Nelson (2003) nos doces de manga e por Policarpo et al. (2003) no doce de umbu verde.

2.7 Vida de prateleira e controle de qualidade

A vida de prateleira, por força da exigência legal, é um dado requerido para o lançamento de produtos alimentícios e para as economias de mercado, como sendo considerado um fator essencial para que as empresas alimentícias possam sobreviver e que querem se manter no mercado. Sabemos que constantemente as empresas de produtos alimentícios necessitam lançar novos produtos no mercado devido à grande tendência e às expectativas por parte da população em busca de produtos que além de fornecer os nutrientes específicos de cada grupo de alimentos, possam também proporcionar outras funções ao organismo, através do desenvolvimento de alimentos enriquecidos e com propriedades funcionais que são importantes na prevenção e no fortalecimento de algumas doenças carenciais. Portanto, diante desse contexto muitas empresas têm sido obrigadas a trabalhar com maior agilidade e eficiência no lançamento de novos produtos com padrão de qualidade.

A vida de prateleira ou *shel-life* é o período em que um produto apresenta condições sensoriais e microbiológicas de ser consumido. A vida de prateleira de doces artesanais pode variar de seis meses a um ano, de acordo com as condições de processamento, armazenamento e embalagem, podendo ser prolongada pelo uso de ácido ascórbico e seus sais os quais têm atuação apropriada em pH de 4,0 a 6,0 (TFOUNI; TOLEDO, 2002 apud MENEZES et al., 2009).

Segundo Borges (apud DOGAN, 2012, p. 23-28), a vida útil de um produto representa o período em que o produto permanece com boas características sensoriais e microbiológicas para consumo, sem prejudicar o sabor ou a saúde. Estas condições são dependentes das mudanças físicas e microbiológicas que ocorrem durante o armazenamento, o que dependerá da natureza do produto, embalagem e condições de armazenamento (temperatura, umidade relativa, atividade de água, luz e tempo de armazenamento).

A avaliação da vida de prateleira de um produto é feita, primeiramente, identificando-se as características dos ingredientes, seu processamento e as condições de estocagem, que serão responsáveis ou poderão influenciar, posteriormente, na sua conservação. Durante o processamento, a temperatura deve ser suficientemente alta para eliminar o crescimento de microrganismos, mas não deve afetar a cor e o “flavor” do doce e seus componentes. O armazenamento deve ser feito sob as condições ideais para que o produto mantenha suas características durante a vida de prateleira. Um fator importante é a embalagem, a qual deve proteger o produto de danos físicos, do meio ambiente e das mudanças que ocorrem nele como variações de temperatura e umidade relativa, e ainda conter informações sobre o produto, bem como ser de fácil manejo e favorecer o empilhamento. A determinação da vida de prateleira baseia-se na escolha dos parâmetros críticos de deterioração da qualidade do produto e na seleção de temperatura de estocagem que reflita as condições ambientais dos locais onde estes produtos são comercializados (XAVIER, 1999).

O controle de qualidade possibilita, desta forma, avaliar se os métodos de conservação de alimentos estão sendo eficientes, permitindo a determinação do *shel-life* do produto e assegurando a obtenção de um alimento estável e seguro (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

2.8 Importância das substâncias bioativas e dos nutrientes na alimentação humana

O consumo de frutas, legumes e verduras está diretamente relacionado com a saúde, mas o que, talvez, poucos saibam é que, neste grupo de alimentos, existem outros benéficos, capazes de combater doenças e melhorar a saúde como um todo. É o grupo de alimentos conhecido como “funcionais”, que fornecem ao organismo substâncias bioativas capazes de prevenir e controlar diversas doenças como: obesidade, diabetes, câncer, doenças cardiovasculares, dentre outras (CRAVEIRO; CRAVEIRO, 2003).

Qualquer alimento natural ou preparado pode ser um alimento funcional, desde que contenha uma ou mais substâncias classificadas como nutrientes ou não capazes de atuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos para a saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e melhorar a qualidade de vida das pessoas (GALISA; ESPERANÇA; SÁ, 2008).

Substâncias bioativas estão presentes nos alimentos funcionais e parecem estar mais ligadas à prevenção e ao controle de doenças crônico-degenerativas (câncer e doenças cardiovasculares), aos efeitos indesejáveis da menopausa, ao fortalecimento do sistema imunológico e ao envelhecimento precoce (CRAVEIRO; CRAVEIRO 2003).

Cada nutriente exerce uma função específica no organismo humano podendo ser reguladora, construtora, energética ou catalizadora. Entre os nutrientes destacam-se as proteínas que exercem vários empregos no organismo destacando-se entre eles as funções estruturais, pois são constituintes básicos de fibras musculares, cabelo, ossos, dentes e pele; catalisadores como as enzimas importantes em acelerar reações bioquímicas; reguladores do metabolismo e sistema imunológico. Já as fibras alimentares formam um conjunto de substâncias derivadas de vegetais resistentes à ação das enzimas digestivas humanas. Podem

ser classificadas em fibras solúveis e fibras insolúveis, conforme a solubilidade de seus componentes em água. A maior parte das pectinas, gomas e certas hemiceluloses são fibras solúveis, enquanto celulose, algumas pectinas, grande parte das hemiceluloses e lignina são fibras insolúveis (MATOS; MARTINS, 2000). As fibras são responsáveis, por exemplo, pelo aumento da viscosidade do conteúdo intestinal e redução do colesterol plasmático, aumentam o volume do bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida. As fibras regularizam o funcionamento intestinal, o que as torna relevantes para o bem-estar das pessoas saudáveis e para o tratamento dietético de várias patologias (MATOS; MARTINS, 2000).

Dietas ricas em frutas e vegetais são amplamente recomendadas devido a suas propriedades promotoras para a saúde. Frutas e vegetais têm ocupado um lugar de destaque na dieta em função de suas concentrações de vitaminas, em especial vitaminas C e A; minerais, e, mais recentemente os fitoquímicos, especialmente os antioxidantes. Além disso, frutas e vegetais são excelentes em fonte de fibra (SLAVIN, 2004). No Brasil a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabeleceu uma resolução com a ingestão diária de nutrientes para adultos, crianças, mulheres grávidas e adolescentes. Uma dieta balanceada promove inúmeros benefícios à saúde humana, pois diminui o estresse, ansiedade, irritabilidade, facilita o controle de peso e humor. Além disso, auxilia também no controle de diversas doenças e favorece a recuperação mais rápida.

Volp, Renhe e Stringueta (2009), descrevem que as substâncias bioativas são constituintes nutricionais extras e ocorrem normalmente em pequenas quantidades nos alimentos. Elas atuam no fortalecimento do sistema endógeno, reduz o estresse oxidativo e os riscos de doenças, especialmente câncer e aterosclerose, uma vez que elas podem neutralizar os radicais livres que resultam de processos oxidativos intracelulares. Ainda não se sabe, no entanto, o grau em que o alimento previne as doenças, mas não há uma

estimativa que é comumente aceita por especialistas de que pelo menos um terço dos casos de câncer e de cerca de metade das doenças do coração, artérias e hipertensão pode ser atribuída a dieta.

Os compostos fenólicos são substâncias aromáticas hidroxiladas, com grande diversidade estrutural, variando de uma simples molécula a polímeros, encontrada naturalmente em cereais, hortaliças, frutas, chá, ervas, chocolate, café e vinho (ARAÚJO, 2011). Podem ser sintetizados nas plantas a partir de duas rotas: uma do ácido chiquímico e outra do ácido mevalônico, tendo como subclasses os flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, ligninas, xantonas (ALMEIDA, 1988).

Os compostos fenólicos exibem inúmeras propriedades fisiológicas, tais como antialérgicos, anti-inflamatórios, antimicrobianos, antioxidantes, cardioprotetores e vasodilatadores e antitrombóticos. Os compostos fenólicos têm sido associados com os benefícios para a saúde decorrentes do consumo de altos níveis de frutas e vegetais. Os flavonoides constituem o maior grupo dos compostos fenólicos, sendo responsável por mais da metade de oito mil compostos fenólicos que ocorrem naturalmente (GIADA; MANCINI FILHO, 2006).

A atividade antioxidante de muitos compostos fenólicos é, essencialmente, resultado da facilidade com a qual um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxil (OH) da sua estrutura aromática é doado para um radical livre. Entre os compostos fenólicos da dieta com uma reconhecida atividade antioxidante, destacam-se os flavonoides, taninos, chalconas, cumarinas e os ácidos fenólicos (GIADA; MANCINI FILHO, 2006). A atividade antioxidante dessas substâncias é de interesse nutricional, uma vez que tem sido associada à potencialização de efeitos promotores da saúde.

A vitamina C ou ácido ascórbico é uma molécula necessária na hidroxilação de várias outras em reações bioquímicas nas células. Essa vitamina desempenha vários papéis, sendo importante na síntese de colágeno, hormônio, neurotransmissores e o metabolismo de alguns aminoácidos e outras

vitaminas. Auxilia o fígado na desintoxicação de substâncias tóxicas e no combate a infecções, além de ser um excelente composto antioxidante (WALINGO, 2005).

Os carotenoides formam um dos grupos de pigmentos naturais mais abundantes na natureza, são em geral responsáveis pelas colorações que vão desde o amarelo ao laranja, na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas, cuja intensidade de coloração depende da qualidade e do tipo de pigmento presente. Essa coloração é atribuída aos pigmentos antocioninas, clorofila e carotenoides. O primeiro, encontrado no vacúolo de células parenquimosa e as demais compartimentalizados em plastídeos. Antocianinas são compostos instáveis e sofrem descoloração por ação enzimática, sendo também degradadas pelo oxigênio. A variação da cor entre as frutas, do azul ao vermelho, é muito apreciada nos produtos destinados ao consumo *in natura* e devido às diferenças nas quantidades desses pigmentos ocultando, por exemplo, as clorofilas e os carotenoides (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os carotenoides apresentam um mecanismo de proteção ao sistema biológico da ação dos radicais livres na remoção do oxigênio single, radicais peroxila; modulação do metabolismo de carcinógenos, inibição da proliferação celular, aumento da resposta imunológica. Sabe-se que o α -caroteno é capaz de proteger o DNA contra a oxidação (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002).

Os carotenoides na dieta humana consistem em serem precursores de vitamina A. Poucos carotenoides possuem esta atividade vitamínica, que é atribuída à estrutura retinoide (com anel β -ionona). O β -caroteno é o que possui maior atividade como pró-vitamina A. Os carotenoides pró-vitamínicos presentes em frutas e vegetais atuam como antioxidantes e reduzem o risco do câncer, catarata, arteriosclerose e processos de envelhecimento em geral (BARBOSA FILHO et al., 2008; VON ELBE; SCHWARTZ, 1996).

Segundo El-Agamey et al. (2004) são conhecidos, aproximadamente, 600 tipos de carotenoides utilizados como aditivos (corante) alimentares, no

entanto, apenas 19 deles foram detectados em diferentes tecidos humanos. É na nutrição que os carotenoides ganham atenção especial devido à sua importância como precursor da vitamina A e das outras propriedades químicas que possui. O clima tropical brasileiro favorece a ocorrência de uma grande variedade de frutos ricos em carotenoides tais como a manga com 1,91 a 2,63 mg/100g (RIBEIRO, 2006), a goiaba vermelha 6,21 mg/100g, e o mamão 0,85mg/100g (OLIVEIRA et al., 2011). Os frutos de palmeira são fontes potenciais de carotenoides pró-vitamina A, como por exemplo, o açaí que apresenta 3,88 a 6,23 mg/100g (SOUZA, 2007) e em especial o buriti, que apresenta 48,88 mg/100g possuindo a maior concentração entre as fontes analisadas no Brasil (GODOY; RODRIGUES-AMAYA, 1994).

Espécies de frutos de morango têm diferentes tipos de pigmentos que de alguma forma influenciam na resistência à degradação da cor e pigmentação, no entanto sua estabilidade pode ser afetada por outros componentes, tais como: ácido ascórbico e os componentes fenólicos (MOURA et al., 2001). Com relação a polpa de goiaba, em que a cor varia de amarelo para vermelho, como resultado da presença de carotenoides β -caroteno e licopeno (TORREZAN et al., 2000). As condições de processo e tempo de armazenamento também influenciam a deterioração de produtos que contenham cor antocianinas e carotenoides.

O potencial antioxidante é um fator importante em alguns alimentos. Os antioxidantes são compostos químicos com capacidade de reagir com os radicais livres e, assim, restringir os efeitos maléficos ao organismo. A oxidação causa várias alterações indesejáveis nos alimentos, que podem tanto levar a alterações nas características sensoriais, quanto à redução do valor nutricional. Por esta razão, os antioxidantes possuem um importante papel no processamento e estocagem dos alimentos (KLIMCZAK; PACHOLEK, 2002). O incremento dos níveis de espécies reativas de oxigênio ou radicais livres cria o estresse oxidativo, que pode levar a lesões bioquímicas e fisiológicas, gerando danos oxidativos nos

lipídeos, proteínas, ácidos nucleicos e, eventualmente, resultam na morte das células (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996). Os danos oxidativos podem ser uma das causas que desencadeiam doenças degenerativas, tais como câncer, doenças cardíacas, doenças inflamatórias, doença do sistema imunológico, disfunções neurológicas e cataratas. O consumo frequente de frutas e vegetais tem sido associado com a baixa incidência destas doenças degenerativas, e esse efeito protetor tem sido relacionado com a presença de vários compostos antioxidantes presentes nesses alimentos.

Frutas e verduras são as principais fontes de antioxidantes na dieta humana (SHUI; LEONG, 2004). Muitas pesquisas clínicas reportam que o alto consumo de frutas e verduras é benéfico para controle de doenças, contribuindo, positivamente para o retardo do envelhecimento celular e redução da taxa de mortalidade devido a doenças degenerativas como câncer, doenças cardíacas, inflamações, declínio do sistema imune, disfunção cerebral e cataratas (FESKANICH et al., 2000; HALLIWELL, 1997; MICHELS et al., 2000).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria SVS/MS 27, de 13 de janeiro de 1998**. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97>>. Acesso em: 22 jan. 2015a.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria SVS/MS 29, de 13 de janeiro de 1998**. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=17213&word=>>>. Acesso em: jan. 2015b.

AGOSTINI-COSTA, T.; VIEIRA, R.F. **Frutas nativas do cerrado: qualidade nutricional e sabor peculiar**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000.

ALMEIDA, F. L. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: Iapar, 1988. 60 p.

ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: Embrapa, 1998. 169 p.

ALVES, R. E. et al. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: a case study with acerola. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 773, p. 299–305, 2008.

AMARO, L. F. et al. Processing and storage effects on anthocyanin composition and antioxidant activity of jams produced with Camorosa strawberry. **International Journal of Food Science and Technology**, Hoboken, v. 48, n. 10, p. 1-7, 2013.

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

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011.

ARDA, E.; KARA, S.; PEKCAN, Ö. Synergistic effect of the locust bean gum on the thermal phase transitions of κ -carrageenan gels. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, 451-459, 2009.

BARBOSA FILHO, J. M. et al. Sources of alpha-, beta-, gamma-, delta- and epsilon-carotenes: a twentieth century review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18, p. 135-154, 2008.

BARBOSA, W. C.; NAZARÉ, R. F. R.; HASHIMOTO, K. **Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá**. Belém: Embrapa-CPATU, 1981. 16 p (Boletim de Pesquisa, 32).

BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. **Fundamentos de tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3.

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

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1995. 231 p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 151p.

BORGES, S. V. Shelf life of jams in polypropylene packing. In: DOGAN, F. (Ed.). **Polypropolene**. 2012. Chap. 2, p. 23-28. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/polypropylene/shelf-life-of-jams-in-polypropylene-packaging>>. Acesso em: 23 dez. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. 2008a. Disponível em :<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissões/teco_lista_alega.htm>. Acesso em: 6 mai. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 3, de 2 de janeiro de 2001.** Aprova o Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos edulcorantes, estabelecendo seus limites máximos para os alimentos. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 4 maio 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 18, de 24 de março de 2008b.** Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 6 maio 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999.** A Diretoria Colegiada da ANVISA/ MS aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Brasília, 10 dez. 1999. Disponível em: <http://www.rebrae.com.br/banco_arquivos/arquivos/nutricao/Manual%20ANVISA.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 272, de 22 de setembro de 2005.** Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

BRENNAN, C. S. et al. Effects of guar galactomannan on wheat bread microstructure and on the *in vitro* and *in vivo* digestibility of starch in bread. **Journal of Cereal Science**, London, v. 24, p. 151-160, 1996.

CAMARGO, R. **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos.** São Paulo. Nobel, 1986. p. 36-38; 80-111.

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

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS A. M. **Alimentos para fins especiais:** dietéticos. São Paulo: Varela, 1996. 423 p.

CAMPOS, M. B. Chocolates sem adição de açúcar: matérias-primas, formulações, processos de produção e análise sensorial. In: MANUAL técnico do seminário produtos diet e light. Campinas: [s. n.], 2000. 154 p.

CARDELLO, H. M. A.B.; SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Análise descritiva quantitativa de edulcorantes em diferentes concentrações. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 45-48, set./dez. 2000.

CARVALHO, J. A. **Marolo**: o doce sabor do cerrado: sugestões de cultivo. Machado: Folha Machadense, 2002.

CHEN, Y. et al. Rheological characterisation of κ -carrageenan/locust bean gum mixtures. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v. 46, p. 117-124, 2001.

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

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças:** fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: Faepe, 2005. 783 p.

CHRONAKIS, I. S.; BORGSTRÖM, J.; PICULELL, L. Conformation and association of κ -carrageenan in the presence of locust bean gum in mixed NaI/CsI solutions from rheology and cryo-TEM. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 25, p. 317-328, 1999.

COULY, C.; SIST, P. Use and knowledge of forest plants among the Ribeirinhos, a traditional Amazonian population. **Agroforestry Systems**,

Dordrecht, v. 87, p. 543-554, 2013. Disponível em:
<<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10457-012-9575-8#page-1>>.
Acesso em: 4 jul. 2014.

CRAVEIRO, A. C.; CRAVEIRO, A. A. **Alimentos funcionais: a nova revolução / functional foods: the new revolution**. Fortaleza: Padetec, 2003. 281 p.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4th ed. Boca Raton: CRC, 2008. 1144 p.

DERVISI, P.; LAMB, J.; ZABETAKIS, I. High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. **Food Chemistry**, London, v. 73, p. 85-91, 2001.

DIGNART, S. **Análise de sementes de Jatobá do Cerrado (Hymenaea stigonocarpa (Hayne) Mart.) e Barbatimão (Stryphnodendron adstringens (Mart.) Cov.)**. 1998. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical)- Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1998.

EL-AGAMEY, et al. Carotenoid radical chemistry and antioxidant/prooxidant properties. **Archives of biochemistry and Biophysics**, New York, v. 430, p. 37-48, 2004.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acríbia, 2000. 1258 p.

FESKANICH, D. et al. Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. **Journal of the National Cancer Institute**, New York, v. 92, n. 22, p. 1812-1823, 2000.

FISZMAN, S. M. Propriedades funcionales de los hidrocoloides polissacarídicos – mecanismo de gelificación. **Revista Agroquímica Tecnologia Alimentar**, Valencia, v. 29, n. 4, p. 415-429, 1989.

FLOOD, M. T.; AUERBACH, M. H.; CRAIG, S. A. S. A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food. **Journal of Food and Chemical Toxicology**, Andover, v. 42, p. 1531-1542, 2004.

FRAEYE, I. et al. Influence of pectin structure on texture of pectin-calcium gels. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 11, p. 401-409, 2010.

FRANCO, B. D. G. M.; LANGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2007. p. 307.

GAJAR, A. M.; BADRIE, N. Processing and quality evaluation of a low-calorie Christophene jam (Scchiumrdule (Jacq)). Swartz. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 1, p. 341-345, Jan. 2002.

GALISA, M. S.; ESPERANÇA, L. M. B.; SÁ, N. G. **Nutrição: conceitos e aplicações**. São Paulo: Metha, 2008.

GARCIA, A. E. B. **Mudança tecnológica e competitividade**: a indústria de doces e conservas de frutas. São Paulo: Scortecci, 2002. 295 p.

GIADA, M. L. R.; MANCINI FILHO, J. Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v. 12, n. 4, p. 7-15, 2006.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Occurrence of *cis*-isomers of provitamin A in Brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, p. 1306-1313, 1994.

GRANADA, G. G. **Geléias de abacaxi com reduzido valor calórico**. 2002. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

GRANATO, D. et al. Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts, and products comprehensive review. **Food Science and Food Safety**, New Jersey, v. 9, n. 3, p. 292-302, May 2010.

GROSSO, C.F. **Efeito de diferentes açúcares, pectina e ligações de água na formação de géis pécticos**. Campinas: Unicamp, 1992. 116 p.

HALLIWELL, B. Antioxidants and human disease: a general introduction. **Nutrition Reviews**, New York, v. 55, n.1/2, p. 44-52, 1997.

HIGIRO, J. et al. Rheological study of xanthan and locust bean gum interaction in dilute solution: effect of salt. **Food Research International**, Barking, v. 40, p. 435-447, 2007.

HOEF, R. V. Innovative pectin creates innovative fruit based products. **Food Marketing & Technology**, Copenhagen, v. 20, n. 3, p. 1-12, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/economia/pam/2007.Comentário>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

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

JIE, Z. et al. Estudo sobre os efeitos da ingestão de polidextrose sobre as funções fisiológicas em Chineses. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, p. 1503-1509, 2000.

KALT, W. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, n. 1, p. R11–R19, 2005.
KLIMCZAK, M. M.; PACHOLEK, B. Antioxidant activity of ethanolic extracts of amaranth seeds. **Nahrung**, Berlim, v. 46, n. 3, p. 184-186, 2002.

KLINK, C.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 707–713, 2005.

KRETCHMER, N.; HOLLENBECK, C. B. (Ed.). **Sugars and sweeteners**. Boca Raton: CRC, 1991. p. 257-285.

LAJOLO, F. M. Alimentos funcionais: uma visão geral. In: DE ANGELIS, R. C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo: Atheneu, 2001.

LANGERDONDORFF, V. et al. Effects of carragenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 14, p. 273-280, 2000.

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

LÖFGREN, C.; HERMANSSON, A. M. Synergistic rheological behavior of mixed HM/LM pectin gels. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, n. 3, p. 480-486, May 2007.

MACLEOD, A. J.; PIERIS, N. M. Volatile flavor components of soursop (*Annona muricata*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 29, n. 3, p. 488-490, 1981.

MANDALA, I. G.; SAVVAS, T. P.; KOSTAROPOULOS, A. E. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 64, p. 335-342, 2004.

MARIZ, S. R.; MIDIO, A. F. Aspectos toxicológicos dos adoçantes artificiais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 93-98, jul./dez. 2000.

MARTINS, M. L. A. et al. Características do doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, 2007.

MATOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000. Disponível em: <www.fsp.usp.br/rsp>. Acesso em: 26 jun. 2013.

MCGORRIN, R. J. Character-impact flavor compounds. In: MARSILI, R. (Ed.). **Sensory directed flavor analysis**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007. p. 223-267.

MELETTI, L. M. M. **Maracujá**: produção, comercialização em São Paulo. Campinas: IAC, 1996.

MELO, J. T.; SALVANO, A.; SILVA, J. A. **Produção de mudas e plantio de araticum**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 2 p.

MENEZES, C. C. et al. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 618-625, 2009.

MESQUITA, K. S. et al. Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 37, p. 806–813, 2012.

MICHELS, K. B. et al. Prospective study of fruit and vegetables consumption and incidence of colon and rectal cancers. **Journal of the National Cancer Institute**, New York, v. 92, n. 21, p. 1740-1752, 2000.

MONTENEGRO, F. M. et al. Biscoitos de polvilho azedo enriquecidos com fibras solúveis e insolúveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 184-191, 2008. Supl.

MOREIRA, R.; CHENLO, F.; TORRES, M. D. Rheology of commercial chestnut flour doughs incorporated with gelling agents. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25, p. 1361-1371, 2011.

MOURA, S. C. S. R. et al. Cinética de degradação de polpas de morango. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 4, p. 115-121, 2001.

NACHTIGALL, A. M.; ZAMBIAZI, R. C. Geléias de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 47-58, 2006.

OLIVEIRA, D. A. et al. Genetic diversity in populations of *Acrocomia aculeata* (*Arecaceae*) in the northern region of Minas Gerais, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 1, p. 531-538, 2012.

OLIVEIRA, D. S. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

PARTELLI, F. L. et al. As frutas do Cerrado são um importante segmento, crescente, rentável e de boa aceitação, o que o torna uma excelente alternativa para muitos agricultores e outros setores (indústria e comércio). **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 113, n. 676, fev./2010.

POLICARPO, V. M. et al. Efecto de aditivos sobre el color, textura y aceptación del dulce de UMBU (*Spondias Tuberosa*, Arr. Cam.) verde. **Alimentaria**, Madrid, n. 346, p. 111-116, 2003.

RABABAH, T. M. et al. Effect of jam processing and storage on phytochemicals properties of cherry at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 36, p. 1-8, 2012.

RAMÍREZ, J. A. et al. Effect of xanthan and locust bean gums on the gelling properties of myofibrillar protein. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 16, p. 11-16, 2002.

RIBEIRO, S. M. R. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de manga (*Mangifera indica L.*) cultivada no Estado de Minas Gerais**. 2006. 149 f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology & Medicine**, London, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Brazil: a bounty of carotenoid sources. **Sight and Life**, Newsletter, v. 1, n. 4, p. 3-9, abr. 2002.

RUPEREZ, P.; BRAVO, L. Oligofructanos y gomas. In: LAJOLO, F. M. et al. (Ed.). **Fibra dietética in Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. p. 61-76.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E.
Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. Campinas: Centro de Tecnologia de Embalagem, 2001. 213 p.

SHUI, G.; LEONG, L. P. Characterization of antioxidants and change of antioxidant levels during storage of Manilkara zapota. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, n. 26, p. 7834-7841, 2004.

SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do cerrado.** Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SLAVIN, J. L.; LLOYD, B. Health Benefits of Fruits and Vegetables. American Society for Nutrition. **Adv. Nutr**, v.3, p. 506–516, 2012.

SOARES, F. P. et al. **Marolo:** uma frutífera nativa do cerrado. Lavras: UFLA, 2009. p. 1-17. (Boletim Técnico, 82).

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

SOUZA, M. C. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênesis de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart).** 2007. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOUZA, V. R. et al. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, London, v. 134, n. 1, p. 381-386, Feb. 2012.

SPAGNUOLO, P. A. et al. Kappa-carrageenan interactions in systems containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 19, p. 371-377, 2005.

STABILE, M. N. O. Uso de edulcorantes em alimentos. In: BARUFFALDI, R.; STABILE, M. N. O. **Tecnologia de alimentos dietéticos**. São Paulo: EDUSP, 1991. p. 56-71.

STRINGHETA, P. C. et al. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para os alimentos no Brasil. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 43, n. 2, p 181-194, 2007.

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

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligossacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 393-400, 2005.

TORRES, M. P. et al. Graviola: a novel promising natural-derived drug that inhibits tumorigenicity and metastasis of pancreatic cancer cells in vitro and vivo through altering cell metabolism. **Cancer Letters**, Virgínia, v. 323, p. 29-40, 2012.

TORREZAN, R. et al. Efeito da adição de ingredientes na cor de polpa de goiaba. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 209-220, 2000.

VEGA, C.; DALGLEISH, D. G.; GOFF, H. D. Effect of κ -carrageenan addition to dairy emulsions containing sodium caseinate and locust bean gum. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 19, p. 187-195, 2005.

VICENZI, R. **Princípios e métodos de conservação de alimentos**. 2005. Disponível em: <<http://www.sinpro-rs.org.br/>>. Acesso em: 18 nov. 2014.

VISSOTO, F. Z.; GOMES, C. R.; BATISTA, B. J. L. Caracterização do comportamento reológico e da textura de chocolates sem sacarose. **Brazilian Journal of Food Technology**, Chicago, v. 8, n. 2, p. 107-111, 2005.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, p. 157-166, 2009.

VON ELBE, J. H.; SCHWARTZ, S. J. Colorants. In: FENNEMA, O. (Ed.). **Food Chemistry**. New York: M. Dekker, 1996. p. 674-681.

WALINGO, M. K. Role of vitamin C (Ascorbic Acid) on human health: a review. **African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development**, Grahamstown, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2005. Disponível em: <<http://revista.unioeste.br/index.php/variascientia/article/viewArticle/704>>. Acesso em: 26 jul. 2014.

WELLS, A. G. The use of intense sweeteners in soft drinks. In: GRENBY, T. H. (Ed.). **Progress in sweeteners**. London: Elsevier, 1989. p. 169-214.

WILLATS, W. G. T.; KNOX, J. P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. **Trends in Food Science & Technology**, Wageningen, v. 17, p. 94-104, 2006.

WILLIAMS, P. A. **Handbook of industrial water soluble polymers**. Oxford: Blackwell, 2007.

WU, Y. et al. A molecular modeling approach to understand conformation-functionality relationships of galactomannans with different mannose/galactose ratios. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 26, p. 359-364, 2012.

XAVIER, A. N. **Caracterização química e vida-de-pratilerira do doce em massa de umbu**. 1999. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

ZERAIK, M. L. et al. Comparação da capacidade antioxidante do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), da garapa (*Saccharum officinarum* L.) e do chá-mate (*Ilex paraguariensis*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., 2008, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia: SBQ, 2008. 1 CD ROM.

ZERAIK, M. L. et al. Maracujá: um alimento funcional? **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 30, p. 459-471, jun./jul. 2010.

ZHAO, L.; TEPPER, B. J. Perception and acceptance of selected high-intensity sweeteners and blends in model soft drinks by propylthiouracil (PROP) non-tasters and super-tasters. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 18, p. 531-540, 2007.

ZOTARELLI, M. F.; ZANATTA, C. L.; CLEMENTE, E. Avaliação de geleia mista de goiaba e maracujá. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 6, p. 562-567, 2008.

CAPÍTULO 2

Análises físico-químicas e microbiológicas da mistura das polpas e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado

RESUMO

Frutas e vegetais contêm uma grande variedade de nutrientes como as vitaminas, minerais, fibras e compostos fitoquímicos, tais como fenólicos e carotenoides, que podem ajudar a proteger os sistemas celulares contra danos oxidativos e diminuir o risco de doenças crônicas. O presente estudo teve por objetivo caracterizar a mistura das polpas “*in natura*” (marolo, maracujá-doce e graviola) e doce misto elaborado com essas frutas, avaliando o efeito do processamento térmico a vácuo sobre as características da composição centesimal (CC), físico-química, física e microbiológica do doce misto em comparação com a mistura das polpas (MPF). Na CC os seguintes valores foram encontrados para MPF e o doce misto: umidade (82,77 e 32,34%), extrato etéreo (1,25 e 0,18%), proteína (1,19 e 2,11%), cinzas (0,06 e 1,05%), carboidratos (14,39 e 24,57%) e o valor calórico (73,77 e 97,93), respectivamente. O teor de fibra alimentar detectado para MPF (3,13%) e o doce misto (42,37 %). Na análise da MPF e do doce misto para carotenoides totais (1195,92 - 601,21 $\mu\text{g}/100\text{g}$), vitamina C (123,25 - 65.63 $\text{mg}/100\text{g}$), fenólicos totais (4653,15 - 2836,46 $\text{mg}/100\text{g}$) e a capacidade antioxidante - DPPH (43,52 - 15,52 %SRL). Quanto aos ácidos orgânicos analisados (cítrico, maleico e málico), verificou-se que o ácido predominante ácido cítrico com 57,85- 19,33 $\text{mg}/100\text{g}$ para MPF e o doce, respectivamente. O perfil de carotenoides e os valores encontrados foram: carotenoides totais, α -Caroteno, β -Caroteno, 13-*Cis* - β -Caroteno e 9-*Cis* β -Caroteno (1742,42 - 379,81); (101,61-7,54); (1381,11- 234,55), (81,18-46,92) e (26,09- 7,76 $\mu\text{g}/100$) para MPF o doce misto, respectivamente. Em relação ao perfil de fenólicos dois compostos majoritários foram detectados com os seguintes valores médios na MPF e no doce misto, *m*-cumárico (584,44 e 60,49 $\text{mg}\cdot100\text{g}^{-1}$) e o epicatequina (6,32 e 5,40 $\text{mg}\cdot100\text{g}^{-1}$), respectivamente. Os micronutrientes predominantes na MPF foram (Mg, Mn, Zn, Fe e Ca) e no doce foram (K, Cu, Mn, Zn e Fe). Com relação ao parâmetro de cor observa-se que os valores de L^* , a^* , b^* e C^* foram maiores para a MPF e só o parâmetro ângulo hue° (h°) apresenta-se maior valor doce. Quanto à análise microbiológica não houve desenvolvimento de leveduras e bolores. O processamento promoveu uma redução em quase todas as respostas avaliadas, entretanto no perfil de fenólicos verificou-se um aumento do ácido *m*-cumárico no doce misto quando comparado com a MPF.

Palavras-chave: Caracterização química. Perfil de Carotenoides e Fenólicos. Processamento a vácuo.

ABSTRACT

Fruits and vegetables contain a wide nutrients variety such as vitamins, minerals, fiber and phytochemicals compounds, such as: phenolics and carotenoids, which can help to protect cellular systems against oxidative damage and reduce the risk of chronic diseases. This study aimed to characterize the pulp mixture "in natura" (*marolo*, sweet passion fruit and soursop) and sweet mixed made with these fruits, evaluating the thermal processing effect to vacuum on centesimal composition (CC) physico-chemical, physical and microbiological of sweet mixed compared to the fruit pulps mixture (FPM). In the CC following values were found for FPM and sweet mixed: moisture (82.77 and 32.34%), ether extract (1.25 and 0.18%), protein (1.19 and 2.11%), ash (0.06 and 1.05%), carbohydrates (14.39 and 24.57%) and calorific value (73.77 and 97.93), respectively. The dietary fiber content detected for FPM (3.13%) and the sweet mixed (42.37%). In the FPM analysis and the sweet mixed for total carotenoids (1195.92 to 601.21 $\mu\text{g}/100\text{g}$), vitamin C (123.25 - 65.63 $\text{mg}/100\text{g}$), total phenolics (4653.15 - 2836.46 $\text{mg}/100\text{g}$) and the antioxidant capacity - DPPH (43.52 - 15.52% SRL). As for organic acid analyzed (citric, maleic and malic), it was found that citric acid predominant with 57.85 - 19.33 $\text{mg}/100\text{g}$ for FPM and the sweet respectively. The carotenoid profile and the values found were: total carotenoids, α -carotene, β -carotene, 13-*Cis* - β -carotene and 9-*Cis* β -carotene (1742.42 - 379.81); (101.61 - 7.54); (1381.11- 234.55); (81.18 - 46.92) and (26.09 - 7.76 $\mu\text{g}/100$) for FPM and sweet mixed respectively. Regarding the phenolic profile of two major compounds were detected with the following average values in the FPM and in sweet mixed, *m*-coumaric (584.44 and 60.49 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) and epicatechin (6.32 and 5.40 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), respectively. The predominant micronutrients in FPM (Mg, Mn, Zn, Fe and Ca) and in the sweet were (K, Cu, Mn, Zn and Fe). Regarding the color parameter is observed that the values L^* , a^* , b^* and C^* were higher for FPM and only the parameter hue $^\circ$ angle (h°) has a higher sweet value. The microbiological analysis there was no development of yeast and molds. The processing promoted a reduction in almost all variables evaluated, however the phenolic profile there was an increase in *m*-coumaric acid in sweet mixed compared to the FPM.

Keywords: Chemical characterization. Carotenoids and Phenolic profile. Vacuum processing.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil é fundamental para se avaliar a disponibilidade de nutrientes e o seu consumo por populações, além de verificar a adequação nutricional da dieta, identificar o estado nutricional, desenvolver pesquisas sobre as relações entre dieta e doença, no planejamento agropecuário e na indústria de alimentos, entre outros (TABELA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - TACO, 2006).

O consumo frequente de vegetais e frutas está associado a risco reduzido de doenças: no coração, hipertensão e acidente vascular cerebral, pois possuem alto conteúdo de constituintes químicos com propriedades importantes, como os antioxidantes: carotenoides, polifenóis vitamina C e vitamina E (HINNEBURG; DAMIEN; RAIMO, 2006).

Entretanto, pelas suas dimensões continentais o Brasil, ainda têm uma infinidade de alimentos, principalmente de origem vegetal (nas regiões nordeste, norte e centro-oeste), que devem ser estudados e caracterizados. Nas duas últimas décadas, verificou-se um incremento da exploração econômica de produtos e subprodutos de algumas frutíferas específicas, atribuído à crescente preocupação do consumidor com relação à dieta e à saúde (YAHIA, 2010). Contudo, existe ainda grande variedade de alimentos que são pouco consumidos e conhecidos e que necessitam de estudos de pesquisa, com a finalidade de identificar quais e quanto essas frutas podem ser ricas fontes de macro e micronutrientes, bem como em compostos bioativos (TACO, 2006).

Ferrari, Colussi e Ayub (2004) descreveram que existe uma tendência mundial no mercado consumidor por frutas *in naturas* e seus produtos processados como: sucos, doces, geleias, néctares etc., principalmente quando esses produtos apresentam em sua constituição frutas tropicais e frutas do cerrado, por apresentarem sabores exóticos peculiares e alguns compostos

bioativos que exercem atividade antioxidante (vitamina C, fenólicos totais e carotenoides). São produtos considerados altamente perecíveis e por isso quando são processadas termicamente ajudam na sua preservação. Eles são amplamente processados em sucos, purês, néctar, compotas, geleia e doce, além de desidratados e enlatados (inteiros ou em pedaços).

Neste sentido, a produção de doces e geleias surge como mais uma alternativa para prolongar a vida de prateleira, o que possibilita o fornecimento de produtos com frutas em períodos de entressafra. Geralmente as conservas de frutas tradicionais com adição de açúcar, tais como compotas de goiaba, pêssego e figo, são muito apreciadas no Brasil, mas o seu consumo nesta última década vem diminuindo devido aos problemas relacionados à saúde, como diabetes e a obesidade (MENEZES, 2011).

Dependendo das características do alimento e da finalidade o processamento térmico é considerado um dos mais importantes métodos de preservação de alimentos, pois garante a conservação química, microbiológica e nutricional dos alimentos, notadamente o processamento a vácuo, em que a temperatura de evaporação da água é mais baixa (FELLOWS, 2006).

Entretanto, poucos são os estudos realizados com mistura de polpas de frutas do cerrado de baixa caloria usando processamento a vácuo. Assim, o objetivo do trabalho foi a caracterização química, físico-química, física e microbiológica na mistura das polpas de frutas (*Annona crassiflora* M., *Annona Muricata*, L. e *Passiflora alata*, Dryand) e do doce misto dietético e funcional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Foram utilizados frutos maduros de marolo (*Annona crassiflora* Mart) e maracujá-doce (*Passifloram alata*, Dryand), adquiridos no CEASA de Contagem MG. A polpa de graviola (*Annona muricata*, Linneaus) foi adquirida na empresa comercial da cidade de Ubá-MG. Foram transportados em caixas plásticas para a Planta Piloto de Produtos Vegetais do Departamento de Ciências dos Alimentos – UFLA.

2.2 Preparo das polpas

O marolo e o maracujá-doce foram lavados em água corrente imersos em solução de hipoclorito de sódio 150mgL^{-1} por 15 minutos. Após a sanitificação, os frutos foram processados no Laboratório da Planta Piloto do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A polpa do marolo foi extraída manualmente com o auxílio de uma faca para retirar a polpa da semente, a casca foi descartada e as sementes separadas. A polpa do maracujá-doce foi despolpada manualmente separando as sementes da polpa com o auxílio de uma colher. Posteriormente, as polpas (marolo e maracujá-doce) foram então pulsadas e homogeneizadas em liquidificador. Em seguida as polpas foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em freezer a -18°C para serem utilizadas na elaboração do doce misto e para análises futuras.

2.3 Processamento do doce misto

A elaboração do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado seguiu a metodologia da formulação desenvolvida de acordo com os resultados

prévios descritos por Souza et al. (2013). O processamento do doce misto foi realizado na Planta Piloto de Produtos Vegetais – ITAL, Campinas – SP, feito em triplicatas em um tacho com jaqueta de pressão a vácuo (Maincal, Rosário, Argentina) onde foram adicionados 60% das mistura das polpas de frutas (20% de cada polpa: marolo, maracujá-doce e graviola) e 40% dos demais ingredientes como: edulcorantes, agente de corpo, agentes conservantes e gelificantes descritos na Tabela 1.

Tabela 1 Formulação utilizada na produção do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado

Ingredientes	Concentração (%)*
Mistura das Polpas	60
Frutoligossacarídeo (P95 - oarfit [®])	13.18
Polidextrose (grau comercial Nutramax [®])	23.16
Ácido Cítrico (grau comercial Nuclear [®])	0.20
Sorbato de potássio (grau comercial VETEC [®])	0.20
Pectina de baixo teor de metoxilação- BTM (grau comercial Danisco [®])	2.00
Goma Locusta- LBG (grau comercial Danisco [®])	0.61
Goma carragena (grau comercial Danisco [®])	0.61
Acessulfame-k (grau comercial Nutramax [®])	0.01
Sucralose (grau comercial Nutramax [®])	0.03
Total	100

*Em relação a quantidade da polpa

Para processar o doce misto uma mistura das polpas de frutas foi feita [marolo/ maracujá-doce/graviola (1:1:1)] e a polidextrose foi adicionada. Depois quando o teor de sólidos solúveis atingiu 20°Brix, a pectina de baixo teor de metoxilação (BTM) e as gomas (locusta e carragena) previamente dissolvidas em água a 80°C sob agitação foram adicionadas aos primeiros ingredientes. Para cada 4 gramas de pectina foram utilizados 50mL de água quente, depois que os sólidos solúveis atingiram 25°Brix os fruto-oligossacarídeos (FOS) dissolvidos em água foram adicionados (proporção de 1:1). No final do processo de cocção

foram adicionados o ácido cítrico, sorbato de potássio e os edulcorantes (acesulfame-K e sucralose) e em seguida o cozimento foi interrompido.

Após o processamento o doce foi envasado em potes de polipropileno previamente esterilizados. O enchimento foi realizado a quente (em torno de 70 - 75°C). Em seguida foram fechados, vertidos, resfriados em temperatura ambiente e após foram mantidos sob refrigeração para posterior análise.

3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS

As determinações das análises foram realizadas em triplicatas nas amostras da mistura das polpas e no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado.

3.1 Composição Centesimal (CC)

A determinação da composição centesimal da mistura das polpas e do doce foi realizada conforme os métodos propostos pela Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (2006). A umidade (U) foi determinada segundo a técnica gravimétrica, tendo sido empregado o calor em estufa ventilada, à temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante. O extrato etéreo (EE) foi determinado por extração com solvente orgânico (éter etílico), com o auxílio de um aparelho extrator do tipo Soxhlet. A determinação da proteína bruta (PB) deu-se pelo método Kjeldahl, em que o valor foi multiplicado pelo fator 6,25 para o cálculo. As cinzas (CNZ) foram determinadas pela calcinação das polpas *in natura* e do doce gravimetricamente, avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla, a 550 °C até a combustão completa. A determinação de fibra bruta (FB) foi feita por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo o método descrito por Van de Kamer e Van Ginkel (1952). A fração glicídica (FG) foi obtida por diferença segundo a equação 1.

$$\% \text{ FG} = 100 - (\% \text{ U} + \% \text{ EE} + \% \text{ PB} + \% \text{ FB} + \% \text{ CNZ}) \quad (1)$$

3.2 Fibra alimentar

A fibra alimentar total (FAT), a fibra alimentar solúvel (FS) e a fibra alimentar insolúvel (FI) foram determinadas pelo método enzimático gravimétrico sugerido pela AOAC (2000), empregando-se o kit *dietary fiber total*, marca Sigma®. Os resultados foram expressos em porcentagem de fibra.

Para esta análise, pesou-se 1 g de amostra seca e desengordurada, adicionaram-se de 50 mL de tampão fosfato (pH = 6) e a amostra foi gelatinizada com termamil (α -amilase estável ao calor), em temperatura de ebulição (95 °C), em banho-maria, com agitador, por 15 minutos. Em seguida, as amostras foram resfriadas e tiveram o valor de pH ajustado para faixa ótima de ação da protease ($7,5 \pm 0,2$), que promoveu a quebra das proteínas, durante 30 minutos, em banho-maria, a 60 °C, com agitação constante. As amostras foram novamente resfriadas e tiveram o valor de pH reajustado para faixa de ação da amiloglicosidase (4,0-4,6). Após 30 minutos em banho-maria a 60 °C, com agitação, os extratos foram filtrados em cadinhos de vidro de fundo poroso, previamente tratados com 0,5 g de celite. O resíduo foi lavado com 280 mL de álcool, a 60 °C. O cadinho contendo o resíduo foi seco, durante uma noite, a 105°C em estufa com ventilação de ar forçada, encontrando-se, após a pesagem, o peso da FI. A FS, por sua vez, foi obtida a partir do sobrenadante da filtragem da FI, que foi deixado em repouso por uma noite, à temperatura ambiente, para a formação do precipitado. Após esta etapa, o precipitado foi filtrado em cadinhos previamente tarados contendo 0,5 g de celite e o resíduo foi lavado sucessivamente com três porções de 20 mL de etanol 78%, duas porções de 10 mL de etanol 10% e duas porções de 10 mL de acetona. O cadinho contendo a FS foi seco em estufa, a 105°C, durante 12 horas. Os resíduos secos dos cadinhos de FI e FS foram utilizados para as determinações de cinzas e proteínas. Os resultados de FI e FS, expressos em percentagem na matéria integral, foram obtidos após subtração dos valores de cinzas e brancos (resíduos das provas em branco, corrigidos para cinzas e proteína) e subtração da proteína bruta (nitrogênio x 6,25), sendo o nitrogênio determinado por destilação em microkjeldahl. A FAT foi encontrada a partir da soma dos teores de FI e FS.

3.3 Análise de fruto-oligosacarídeo (FOS)

A determinação da concentração do FOS foi realizada utilizando-se o kit enzimático Megazyme (Fructan HK Procedure, Irlanda), o qual utiliza a metodologia descrita pela AOAC 999.03 e AOAC 32.32.

Para realização da extração das amostras contendo de 12-100% de frutanos, utilizou-se 1 g da amostra e adicionou-se 400 mL de água destilada no bequer de 500 mL levando ao aquecimento a 85°C sob agitação por 15 minutos, em seguida a amostra foi resfriada em temperatura ambiente. A amostra foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL e completado com água destilada. Para a hidrólise da solução adicionou-se 0,2 mL do extrato da amostra e 0,2 mL da solução de sacarose/maltose, em seguida o tubo de ensaio foi agitado no vórtex e incubado a 40°C em banho-maria por 30 minutos.

Em seguida adicionou-se 0,5 mL da solução de tampão de acetato de sódio 100 mM com pH 4,5 agitou no vórtex e codificou como “Solução A”. Dessa solução A foi transferida uma alíquota de 0,2 mL para três tubos de ensaio sendo que no identificado como “Branco” adicionou 0,1 mL da solução tampão de acetato; nos tubos identificados como “1 e 2”, adicionou-se 0,1 mL da solução frutanasase. Os três tubos foram tampados com parafilm, agitados no vórtex e levado para o banho-maria a 40°C por 20 minutos para otimizar as condições de hidrólise do frutano para frutose e glicose. Posteriormente foi pipetado 2,0 mL de água destilada nos tubos identificados “Branco, 1 e 2” e em seguida foi adicionado 0,3 mL do tampão acetato (pH=4,5) no tubo “branco” e 0,3 mL da solução com frutanasase nos tubos “1 e 2” sendo ainda adicionado 0,2 mL de tampão imidazol (pH=6,5) e mais 0,1 mL da solução nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP) mais trifosfato de adenosina (ATP) nos três tubos “branco, 1 e 2” onde eles foram tampados com parafilm e agitados no vórtex, após 3 minutos fez a leitura no espectrofotômetro com absorbância 340 nm.

Após a primeira leitura em cada amostra foi adicionado 0,02 mL da suspensão hexoquinase, agitados no vortex, incubados por 10 a 15 minutos a 25°C em banho-maria, e posteriormente realizada a leitura das amostras.

3.4 pH e acidez titulável

O pH do doce misto foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (2000). A determinação da acidez titulável (% de ácido cítrico foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio - NaOH (0,01 Mol L⁻¹), utilizando-se, como indicador, a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (g/100 g).

3.5 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando-se o refratômetro digital ATAGO PR-100, previamente calibrado com água destilada. Os resultados foram expressos em % °Brix, conforme a técnica da AOAC (2000).

3.6 Ratio

Foram obtidos utilizando-se a divisão do teor de sólidos solúveis pela acidez total titulável (AOAC, 2010). A razão sólidos solúveis e acidez titulável indica o grau de equilíbrio entre os teores de açúcar e ácidos orgânicos do fruto e está diretamente relacionada à sua qualidade quanto ao atribuir sabor, sendo, portanto, um importante parâmetro a ser considerado na seleção de “variedades de mesa”, isto é, para consumo *in natura* (COHEN, 2008). A relação entre o teor de Sólidos Solúveis e Acidez Titulável (SS/AT), denominada ratio, é uma das

melhores formas de avaliação do sabor de um fruto. Do ponto de vista industrial, o alimento com teor elevado de AT diminui a necessidade de adição de acidificantes e propicia melhoria nutricional, segurança alimentar e qualidade organoléptica (ROCHA et al., 2001).

3.7 Atividade de água (Aw)

A atividade de água foi determinada utilizando-se equipamento Aqualab (Decagon modelo 3 TE). Aproximadamente 5 g das amostras foram dispostas em recipientes plásticos e as leituras foram realizadas em temperaturas controladas de $25,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$.

3.8 Açúcares totais

A determinação dos açúcares totais do doce misto foi realizada utilizando-se o método Antrona, segundo Dische (1962), lido em espectrofotômetro, a 620 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de açúcar total na matéria seca.

3.9 Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram determinados de acordo com o método proposto Rodriguez-Amaya (2001). Foram utilizadas 20 gramas do doce misto para extração. Em cada amostra foi adicionado 20 mL de acetona gelada e 2g celtite, em seguida, em um erlenmeyer de 250mL, a amostra foi agitada em um politron por alguns minutos e em seguida o material foi filtrado em um funil de buchner, as amostras foram lavadas 3x com acetona até que o extrato ficasse incolor. O conteúdo filtrado foi transferido para um funil de separação, em que se acrescentou 30 mL de éter de petróleo e 100 mL de água destilada. Descartou-se a fase inferior repetindo o procedimento por 4x para ocorrer a

remoção total da acetona. No extrato resultante foi adicionado 0.5g de sulfato de sódio anidro P.A. e filtrado com algodão em um balão volumétrico de 50mL completando-se o volume com éter de petróleo.

Para a determinação dos carotenoides totais, a absorbância da solução etérea foi lida em espectrofotômetro usando-se éter de petróleo como “branco”. O comprimento de onda utilizado foi 450nm. O valor da leitura de absorbância deve estar sempre dentro da faixa de linearidade do espectrofotômetro que é de 0,2 a 0,8 (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). A quantificação foi calculada utilizando a absorção no comprimento de onda de absorção máxima e o valor A que é de 2592, em éter de petróleo, para calcular a quantidade total de carotenoides. Os resultados foram expressos em miligramas de β -caroteno por 100 g^{-1} de mistura de polpa e do doce equação 2.

$$C (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times \text{Vol} \times 10^4}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times \text{peso da amostra (g)}} \quad (2)$$

em que:

A = valor da leitura da absorvância

V = volume total do extrato (mL)

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$ = Coeficiente de absorvância do β -caroteno em éter de petróleo (2592)

3.10 Vitamina C

A determinação da vitamina C da mistura das polpas e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado foi realizada pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenil-hidrazina, segundo Strohecher e Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Carry 50, com sistema computadorizado, e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico (100 g^{-1}) de doce.

3.11 Fenólicos totais

Para a obtenção do extrato foram pesados 1 g das amostras, adicionados 20 mL de álcool metílico 50%. Essa mistura foi homogeneizada e deixada em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente ao abrigo da luz. Após este período, a mistura foi centrifugada, a 14.000 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado e foram adicionados 20 mL de acetona 70% ao resíduo, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente ao abrigo da luz. Em seguida, centrifugou-se, a 14.000 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado, adicionado ao primeiro sobrenadante e o volume foi completado para 50 mL em balão volumétrico com água destilada.

A determinação do teor de fenólicos totais foi feita pelo método proposto por Waterhouse (2002), empregando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, em que 0,5 mL de extrato de cada amostra foram adicionados aos tubos contendo 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10%. Em seguida foram adicionados 2 mL de solução de carbonato de sódio 4%. Os tubos foram agitados e deixados em repouso, por 2 horas, ao abrigo da luz. A cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos fenólicos foi medida espectrofotometricamente, na faixa de absorção de 750 nm. O cálculo do teor de fenólicos foi realizado a partir da equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100^{-1} da amostra ($\text{mg EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

3.12 Atividade antioxidante (DPPH)

Para a obtenção do extrato, seguiu-se o mesmo procedimento utilizado para a determinação de compostos fenólicos totais. A metodologia empregada na determinação da atividade antioxidante foi baseada na extinção da absorção do radical (2,2-difenil-1-picril hidrazil), feita em solução de metanol/acetona, com

algumas adaptações de Rufino et al. (2007), calculando-se o percentual de sequestro do radical DPPH a partir do padrão. Adicionou-se 0,1mL do extrato em tubos de ensaio, adicionando 3,9 mL de solução do radical DPPH (0,06 mM), deixando em repouso por 30 minutos no escuro, para posterior leitura colorimétrica em espectrofotômetro, a 515 nm. Para o controle, foram adicionados 0,1 mL de metanol, juntamente ao DPPH, no lugar do extrato. Os resultados foram expressos em percentual de sequestro de radical livre (%SRL), conforme a equação 3:

$$\%SRL = [(ABS \text{ do controle} - ABS \text{ da amostra}) / ABS \text{ do controle}] \times 100 \quad (3)$$

3.13 Quantificação dos ácidos orgânicos

Os ácidos cítrico, maleico e málico foram quantificados e identificados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) por meio de um cromatógrafo da marca Shimadzu, com detector de condutividade (CDD-6A) Polaridade +, utilizando uma pré-coluna SHIM-PACK SPR-H (G) (50mm x 7.8 mm) e duas colunas em série SHIM-PACK SPR-H (250mm x 7.8).

Fase móvel: 4mM ácido p-tolueno sulfônico, fluxo: 0.8 mL/min. na temperatura de 45°C. A condição de detecção foi: reagente: 16mM Bis-tris, 4mM ácido p-tolueno sulfônico e 100µM EDTA, com fluxo: 0.8 mL/min. Detector polaridade:+ e na temperatura de 45°C.

Foram pesados 1g de cada amostra (mistura das polpas e do doce). A amostra foi colocada num erlenmeyer de 250mL, sendo adicionados 50mL de água ultrapura (mili-Q). O material foi agitado no escuro por 45 minutos em temperatura ambiente. Em seguida foi filtrado em membrana de acetato de celulose, porosidade 0,22µm (Millex). Injetou-se 20 µL de extrato na coluna.

Anteriormente a injeção dos extratos no HPLC, os padrões dos ácidos cítrico, maleico e málico a serem detectados nos extratos, foram injetados

separadamente para possibilitar a avaliação do tempo de retenção individualmente, as curvas padrões foram confeccionadas a partir de 5 pontos de diluições. Os resultados foram calculados em percentual da matéria integral da amostra analisada. Os picos correspondentes a cada ácido foram identificados pelo tempo de retenção, utilizando-se como comparação os tempos de retenção dos padrões.

3.14 Perfil de Carotenoides

Esta análise envolve 4 etapas: extração dos carotenoides, saponificação, separação e quantificação por HPLC. A extração dos carotenoides foi realizada segundo Rodriguez-Amaya (2001). 10g da mistura das polpas de fruta e do doce misto, triturada e transferida para graal de porcelana, onde foi colocado 3g de celite. O solvente utilizado para a extração dos carotenoides foi acetona resfriada (4°C) em volume suficiente para cobrir a mistura (20 a 50 mL). Em seguida, foi realizada a maceração com pistilo e a mistura obtida foi então filtrada a vácuo em funil de vidro com placa sinterizada conectado a kitassato de 500 mL. O sólido retido foi retornado ao graal e nova extração realizada com outra porção de acetona resfriada. Este processo foi repetido até que não houvesse mais a percepção da cor característica dos carotenoides na matriz. Em geral foram necessárias três a cinco repetições. O extrato líquido recolhido no kitassato foi transferido para funil de separação de 250mL já contendo 40-50mL de éter de petróleo. A mistura foi lavada com 200-300mL de água ultrapura e a fase inferior aquosa foi então descartada. Sucessivas lavagens com água foram realizadas até que não fosse mais perceptível pelo cheiro característico de acetona na água de descarte. Normalmente 3 a 4 lavagens foram suficientes e no caso da formação de emulsão adicionou-se 20-30mL de solução concentrada de cloreto de sódio. O extrato etéreo foi então filtrado por meio de funil de vidro raiado contendo uma camada de aproximadamente 3cm de sulfato de sódio anidro.

Para saponificação dos carotenoides o extrato etéreo foi transferido para erlemeyer âmbar de 125mL com tampa, adicionou-se solução de saponificação em igual volume do extrato. O frasco foi purgado com nitrogênio para remoção da atmosfera oxidante e adicionou-se Butil Hidroxi Tolueno (BHT), em quantidade suficiente para atingir a concentração aproximada de 0,1%. O frasco foi fechado e deixado ao abrigo da luz por 16 horas. Após o tempo de reação, a mistura foi transferida para funil de separação de 250mL e a fase superior (etérea) separada e reservada em béquer de 100mL. A fase inferior foi lentamente retornada ao funil de separação contendo 30-40mL de éter etílico e lavada com água ultrapura, conforme procedimento descrito anteriormente. O procedimento de lavagem foi repetido mais três vezes para completa remoção da base. A fase etérea foi então misturada à solução lavada e retornada ao funil de separação para mais quatro operações de lavagem com água ultrapura. O extrato obtido foi filtrado por meio de funil de vidro contendo sulfato de sódio anidro em balão volumétrico para determinação espectrofotométrica. Para a determinação dos carotenoides totais, a absorbância da solução etérea foi lida em espectrofotômetro (450 nm) usando-se éter de petróleo como “branco”.

A separação dos carotenoides foi realizada por HPLC, segundo metodologia Rodriguez-Amaya e Kimura (2004) modificada por Pacheco (2008). Utilizou-se cromatógrafo líquido de alta eficiência (Waters) equipado com bomba analítica W600, forno para colunas, degaseificador em linha, injetor automático 717 plus, detector de arranjo de diodos PDA 2996 (Waters) e coluna cromatográfica YMC C30 Carotenoide (250x4,6xmm - 3 μ m) - Waters. A fase móvel A utilizada foi metanol e a fase B foi éter metil- *terc*- butílico, utilizando um gradiente programado da seguinte maneira: 0 min 20% B; 0,5 min 25% B; 15 min 85% B; 15,05 min 90% B; 16,50 min 90%; 16,55 min 20% B; 28,00 min 20% B. O fluxo utilizado foi de 0,8 mL min⁻¹, o volume de amostra injetada foi

15 µL, o tempo de análise foi de 28 minutos e a temperatura do forno da coluna cromatográfica foi 33°C. O comprimento de onda utilizado foi 450nm.

Os carotenoides foram quantificados por meio de curva analítica utilizando método de padronização externa e fator de correção, conforme Kimura e Rodriguez-Amaya (2002). O padrão de *trans*-β-caroteno foi fornecido pela DSM Nutritional Products (Suíça). Os demais padrões foram purificados conforme Rodriguez-Amaya (2001) por cromatografia em coluna aberta de óxido de magnésio (VETEC): hyflosupercel (Diacel) (1:2), a partir da polpa de maracujá-amarelo comercial. Os padrões purificados foram quantificados em espectrofotômetro Perkin-Elmer (modelo lambda 25) a partir das respectivas absorbâncias máximas, utilizando-se dos valores de absorvidade (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001) e considerando-se a pureza de cada padrão avaliada por HPLC.

3.15 Perfil de fenólicos

Os extratos para identificação dos compostos fenólicos foram preparados utilizando-se 5 gramas da MPF e doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado, acrescidos de 40mL de solução de metanol 70%. As amostras foram homogeneizadas em politron e posteriormente permaneceram por 60 min em banho ultrassônico à temperatura ambiente. Após, foram centrifugadas a 1400 x g por 15 minutos a 4°C e filtradas em papel de filtro Whatman n°2 (RAMAYA et al., 2013).

Para a identificação e quantificação dos compostos fenólicos as análises foram realizadas por HPLC, equipamento da marca Shimadzu (Shimadzu Corp. Kyoto, Japan). O cromatógrafo é equipado com quatro bombas de alta pressão modelo LC-20AT, um detector de arranjo de diodos (DAD) modelo SPD-M20A, degaseificador modelo DGU-20A5, interface modelo CBM-20A, forno modelo

CTO-20AC e injetor automático com autoamostrador modelo SIL-20A. As separações foram realizadas utilizando-se uma coluna Shimadzu – Shim-pack GVP-ODS-C18 (4,6 x 250 mm, 5 μ m) conectada a uma pré-coluna Shimadzu – Shim-pack GVP-ODS-C18 (4,6 x 10 mm, 5 μ m). As fases móveis utilizadas foram 2% de ácido acético em água (Fase móvel A) e 70:28:2 de metanol/água/ácido acético, respectivamente (Fase móvel B). A taxa de fluxo foi de 1,0 mL/min e o tempo de corrida de 65 minutos. O volume injetado foi de 20 μ L e as análises foram conduzidas a 15°C. Os comprimentos de onda utilizados para detecção foram 280 e 330 nm.

As soluções padrões foram preparadas em metanol e as curvas analíticas foram obtidas a partir de injeções em duplicatas de cinco concentrações. Os compostos fenólicos foram identificados comparando o tempo de retenção com os dos padrões puros. Os padrões utilizados para este estudo foram: ácido gálico, ácido clorogênico, catequina, ácido cafeico, ácido *m*-cumárico, ácido *o*-cumárico, epicatequina, ácido 3-hidroximetoxicinâmico, ácido rosmarínico e *trans*-cinâmico, todos adquiridos da Sigma-Aldrich.

3.16 Minerais

As análises para determinação do teor de minerais (cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, potássio, zinco) da MPF e doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado foram realizadas pelo Departamento de Química da UFLA, segundo a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), utilizando espectrômetro de absorção atômica, modelo SpectrAA 110 Varian, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. Para a construção da curva analítica foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica Merck, devidamente

diluídas com água deionizada. As análises foram realizadas em triplicatas na MPF e no doce misto, resultados expressos na matéria integral.

3.17 Análise de cor

A análise da cor instrumental do doce foi determinada em colorímetro Minolta CR-400, trabalhando com D_{65} (luz do dia) e usando-se os padrões com a determinação no modo CIELab. Os parâmetros de cor medidos foram: L^* , a^* e b^* , onde L^* indica a luminosidade (0= preto e 100=branco) e a^* e b^* representam as coordenadas de cromaticidade ($+a^*$ = vermelho, $-a^*$ = verde; $+b^*$ = amarelo, $-b^*$ = azul) foram obtidos diretamente do colorímetro e utilizados para cálculo da tonalidade cromática ($H^*=\arctan b^*/a^*$) e croma [$C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$]. O ângulo (h°), o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro e o 270, o azul puro.

3.18 Análise de Perfil de Textura (TPA)

A textura no doce misto foi determinada utilizando-se um texturômetro TA. TX2i Teste Analyser Stable Micro Systems, (Goldaming England) com sonda cilíndrica de acrílico de fundo chato ($\varnothing = 6$ mm) e o tempo, distância, velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 5 segundos, 20, 4, 2 e 2 mm/s, respectivamente. As amostras de doce misto foram modelá-las em forma de rodelas, sendo o teste realizado em triplicata, em seguida as leituras foram realizadas em recipientes plásticos. Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo software Expert Versão 1.22, sendo analisados os parâmetros para medir de forma direta atributos de textura: dureza, coesividade, elasticidade, adesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência. As leituras dos atributos de textura foram procedidas em triplicatas.

3.19 Análise microbiológica

As análises para detecção de bolores e leveduras por unidade formadora de colônias (UFC) foram realizadas no laboratório de microbiologia do DCA/UFLA. Os preparos das amostras e das diluições foram feitos da seguinte forma: pesou-se 25 gramas de cada amostra, em que as mesmas foram transferidas em um frasco contendo 225 mL de água peptonada a 0,1% estéril e homogeneizou-se durante 2 minutos utilizando-se o Stomacher sendo esta diluição inicial denominada (10^{-1}) e em seguida foram preparadas diluições seriadas 10^{-2} e 10^{-3} . De cada diluição foram retiradas alíquotas de 0,1 mL e transferidas para placas de Petri, em triplicata, em meio de cultura DRBC (Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol). As placas foram incubadas por um período de 5 a 7 dias a 25°C. Segundo metodologia proposta por Brasil (2001) e Silva et al. (2010). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC) por grama. Todas as análises foram realizadas em triplicatas e os resultados foram expressos como os valores médios e desvio padrão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à mistura das polpas de frutas (MPF) e o doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado processado no tacho a vácuo foram analisados quanto à sua composição centesimal, teor de fibra alimentar e de fruto-oligossacarídeo restão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Médias e desvio padrão da composição centesimal da mistura das polpas (MPF) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado, resultados expressos na matéria integral

Composição química	MPF	Doce Misto
Umidade (%) *	82,77± 0,27	32,34± 0,03
Extrato Etéreo (%)*	1,25±0,08	0,18±0,04
Proteínas (%)*	1,19±0,05	2,11±0,11
Cinzas (%)*	0,06±0,02	1,05±0,05
Carboidratos (%)*	14,39± 0,14	24,57±4,32
Valor calórico-Kcal (g/100g)*	73,77±1,45	97,93±14,98
Fibra Alimentar Total (%)	3,13±0,70	42,37±3,63
Fibra solúvel (FS %)	Nr	30,57±3,98
Fibra Insolúvel (FI %)	Nr	11,80±5,19
Fruto-oligossacarídeo (FOS %)	Nr	13,55±5,39

*Resultados expressos na matéria integral (MI) da média ± desvio padrão.

Nr – Não realizada análise.

Observa-se que o teor de umidade e extrato etéreo na MPF apresentou teor maior quando comparado ao doce misto, enquanto as proteínas, as cinzas e a fibra alimentar total apresentaram teores mais elevados no doce misto.

Com relação ao teor de fibra total presente na matéria-prima (MPF) é expressivo, porém o teor de fibra alimentar total (Tabela 2) encontrado no doce misto de 42,37% é representativo, valor esse maior do que o encontrado por Polesi et al. (2011) na geleia de manga de baixo valor calórico que foi de 34,8%. Esse resultado foi esperado devido aos outros ingredientes que foram incorporados na formulação (Tabela 1), como os hidrocoloides (agentes de

corpo como: a poliextrose, fruto-oligossacarídeos, a goma carragena e goma locusta) promoveram de certa forma um aumento considerável dessas fibras.

A ingestão diária recomendada (IDR) de fibra total para uma dieta de 2000 kcal/dia é de 25g distribuída ao longo do dia de acordo com RDC nº 360 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2003). Portanto, baseado na legislação, pode-se afirmar que o doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado pode ser considerado um alimento benéfico à saúde humana.

As fibras solúveis (FS) são constituídas principalmente por pectina, gomas, beta-glicanas, mucilagens e algumas hemiceluloses. Elas são importantes para o retardo do esvaziamento gástrico e da absorção da glicose, além disso, reduzem o colesterol sérico em razão do aumento da excreção dos ácidos biliares no intestino (DOLINSKY, 2009). Devido a esta funcionalidade é desejável que FS esteja presente nos alimentos.

Quanto ao FOS a quantidade inicial utilizada na formulação do doce foi de 13,18% e após o processamento o valor encontrado foi de 13,55%. De acordo com a definição da ANVISA, a RDC nº 359 de 23 de dezembro de 2003, um alimento com alegação de propriedade funcional deve apresentar em uma porção de 40g um teor mínimo 3g de FOS para alimentos sólidos ou 1,5g para alimentos líquidos (BRASIL, 2003). Portanto, o doce misto de frutas do cerrado desenvolvido pode ser considerado um alimento funcional, pois apresentou 5,42g FOS em 40g do produto.

Mesquita et al. (2012) ao avaliarem o doce de goiaba livre de açúcar processado em atmosfera ambiente detectaram um valor inicial de FOS em torno de 11%, valor este menor que a quantidade de FOS que foi adicionada ao produto. Prati et al. (2009), ao avaliarem a geleia mista (yacon, goiaba e acerola) detectaram teor de FOS de 0,52 g100g⁻¹ mostrando que esse produto não pode

ser considerado funcional devido à quantidade encontrada ser abaixo do valor recomendado pela ANVISA (BRASIL, 2003).

Menezes (2011) ao avaliar o doce de goiabada cascão detectou na porção de 40g teor 5,13% de FOS, portanto sendo esse valor encontrado está de acordo com o valor recomendado pela ANVISA (BRASIL, 2003).

Na Tabela 3 estão representados os resultados das análises das propriedades químicas e físico-químicas na MPF e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado processado em tacho a vapor (TV). Observa-se uma tendência de redução dos teores dos compostos presentes no doce quando comparado com a MPF.

Tabela 3 Valores médios e desvio padrão para composição química e físico-química da mistura das polpas (MPF) e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado

Parâmetros	MPF	Doce misto
pH	3,71 ± 0,01	4,16± 0,001
Acidez	1,01±0,07	0,34±0,01
Sólidos Solúveis	14,43±0,51	58,69±4,6
Ratio	14,25±1,08	193,45±3,09
Atividade de água	0,97± 0,001	0,89±0,003
Açúcares totais (g/100g)*	39,98±1,26	11,83±2,68
Carotenoides Totais (µg/100g)*	1195,92±112,84	601,21±223,31
Vitamina C (mg/100g)*	123,26± 20,86	65,63±8,68
Fenólicos Totais (mg/100g)*	4653,15±131,76	2836,46±226,58
DPPH (% SRL)	43,52± 1,28	15,52±4,21
Ácidos orgânicos	MPF	Doce misto
Ácido cítrico (mg/100g)	57,85 ± 0,30	19,33 ±2,30
Ácido maleico (mg/100g)	Nd	1,02±0,04
Ácido málico (mg/100g)	10,90±0,01	2,81±0,44
Minerais	MPF	Doce misto
K(%)	1,30± 0,03	27,13±1,12
Mg (%)	0,09±0,01	0,01±0,004
Cu (ppm)	1,30±0,10	3,18±0,15
Mn(ppm)	8,43±0,15	5,62±0,07
Zn(ppm)	16,73±0,31	2,51±0,39
Fe(ppm)	37,27±3,15	35,09±2,42
P	0,15±0,00	Ni
Ca	3,89±0,41	Ni

Resultados expressos na matéria seca*; Ni. – não identificado

Com base no valor do pH observa-se que a mistura das polpas apresentaram menor valor do pH em relação ao doce misto, podendo dessa forma ser classificado como muito ácido (OETTERER, 2006). Para preparação de doces é necessário correção do pH para formação de um gel estável. O valor do pH do doce misto encontra-se próximo ao valor, encontrado por Moura et al. (2011) ao avaliarem a formulação de geleia de goiaba de baixa detectaram valor de pH = 4,19.

Yuyama et al. (2008) ao avaliarem a polpa de cubiu detectaram valor de pH 4,79, e com relação as geleias de cumbiu formuladas com xilitol e sacarose encontraram valores de pH 3,46 e 3,34, respectivamente. Rababah et al. (2012) avaliaram a fruta fresca e o doce de cereja, e encontraram os seguintes valores de pH 3,66 e 3,38, respectivamente. Mesquita et al. (2012) encontraram valor de pH de 3,9 para o doce de goiaba livre de açúcar. Kim e Padilla-Zakour (2004) ao avaliarem 3 cultivares de cereja, 2 cultivares de pêssgo e 1 cultivar de framboesa e os doces produzidos dessas frutas encontraram os seguintes valores médios de pH 3,49, 3,40 e 3,08 para as frutas frescas, 3,15, 3,07 e 2,95 para os doces respectivamente. Arévalo-Pinedo et al. (2013) ao avaliarem a polpa de araticum, uma formulação de geleia convencional e uma formulação de geleia *light* de araticum com concentração de 1,5% de pectina BTM, encontraram os seguintes valores de pH: 5,15, 3,19 e 4,60 respectivamente.

O teor de acidez encontrado na mistura das polpas de frutas foi de 1,01% e no doce misto 0,34%. Porém, quando comparamos esses valores verifica-se que houve uma grande diminuição no teor da acidez no doce após processamento. Segundo Jackix (1988), na elaboração de geleia e doce, a acidez deve ser controlada e permanecer entre 0,3 - 0,8%, isso por que em acidez superior a 0,8% pode ocorrer sinérese. A legislação recomenda um percentual de 0,1 a 0,5% de alguns acidulantes na elaboração do doce (OETTERER, 2006). O acidulante utilizado no doce foi o ácido cítrico que foi empregado como agente de ajustamento e correção do pH.

Yuyama et al. (2008) ao avaliarem a polpa de cubiu detectaram acidez titulável de 0,53%, e nas geleias formuladas com xilitol e sacarose, encontraram valores de 0,89 e 0,86% respectivamente, valores estes maiores do que o encontrado no doce misto desta pesquisa.

Arévalo-Pinedo et al. (2013), ao avaliarem a polpa, uma formulação de geleia convencional e formulação *light* de geleia de araticum com concentração de 1,5% de pectina BTM encontraram os seguintes teores de acidez: 0,24, 1,07 e 0,22%, respectivamente. Zambiasi, Chim e Bruscatto (2006) ao avaliarem quatro formulações de geleias *lights* de morango detectaram teores médio de acidez 0,52%. Polesi et al. (2011) detectaram teores de acidez titulável de 0,36 - 0,37% na geleia de manga controle e *diet*, respectivamente. Patri et al. (2009), estudando geleia mista com yacon, goiaba e acerola sem adição de açúcares encontraram valores de acidez titulável no valor de 0,73%.

Quanto ao teor de sólidos solúveis encontrado na MPF e no doce misto foram 14,43 e 58,69°Brix, respectivamente.

Arévalo-Pinedo et al. (2013), ao avaliarem a polpa e duas formulações de geleia de araticum sendo uma convencional e uma *light* com uma concentração de 1,5% de pectina BTM, encontraram os seguintes teores de sólidos solúveis: 26,0, 66,75 e 46,0°Brix, respectivamente. Os valores de SS encontrados no doce misto ficaram próximos ao valor detectado por Granada et al. (2005) na geleia *light* de abacaxi de 45 a 65°Brix.

Rababah et al. (2012) encontraram teores de SS de 11,25 e 66,30°Brix para a cereja e o doce, respectivamente. Kim e Padilla-Zakour (2004) ao avaliarem 3 cultivares de cereja, 2 cultivares de pêssigo e 1 cultivar de framboesa e os doces produzidos dessas frutas, detectaram os seguintes teores médios de SS para frutas: 13,06, 10,4 e 9,3°Brix e para os doces 65,3, 65,7 e 68,0 °Brix, respectivamente. Moura et al. (2011) encontraram para a geleia de baixa caloria de

morango e goiaba os seguintes teores médios de SS de 43,2 e 42,6°Brix, respectivamente.

Touati et al. (2014) ao avaliarem geleia de damasco comercial, encontraram os seguintes valores: pH = 3,54, acidez titulável 0,82% e SS 64,42°Brix. Observa-se que o valor de pH detectado na geleia foi menor a esse estudo, no entanto os valores da acidez titulável e dos SS em relação ao doce misto deste estudo foram mais elevados.

Observa-se que os valores de ratio encontrados no doce misto foram de 193,45%, valor este um pouco mais elevado do que os resultados reportados por Oliveira et al. (2014) nas formulações das geleias de umbu-caja que foi 145,24%.

Alto valor da relação °Brix/acidez indica alto grau de doçura da mistura das polpas, o que mostra a grande possibilidade de seu uso na fabricação de doces.

Com relação à A_w verifica-se na que o valor encontrado na MPF foi mais alto em relação ao doce misto, fato este esperado devido ao elevado teor de água presente na constituição da MPF. O valor da A_w encontrado no doce apresentou-se menor, porém esse fator pode estar associado à adição de outros ingredientes como agente de corpo (fruto-oligossacarídeos, povidexose e as gomas), que apresentam propriedades que promovem a retenção de líquido no produto. Além disso, o aquecimento reduziu o teor de água presente no produto.

Mesquita et al. (2011) ao avaliarem a goiabada cascão de baixo valor calórico (GCDP) detectaram para a A_w valor inicial de 0,91, valor este próximo ao encontrado no doce misto do presente estudo. Arévalo-Pinedo et al. (2013) ao avaliarem a formulação da geleia de araticum convencional e *light* em concentrações diferentes de pectinas BTM, encontraram os seguintes valores de A_w para as geleias convencional e *light*: 0,818 e 0,98, respectivamente. Moura et al. (2011) encontraram para as geleias de baixo valor calórico de morango e goiaba teores de A_w de 0,957 e 0,955, respectivamente. Portanto, o teor elevado de A_w em

doce de baixa caloria está relacionado ao elevado teor de umidade no produto devido e ao baixo teor de sólidos solúveis presentes no mesmo.

Quando os valores de A_w apresentam-se elevados em produtos de baixa caloria, deixa-o suscetível à contaminação microbiológica, por isso é necessário e importante a realização das boas práticas de manipulação dos alimentos e aplicação de tratamentos térmicos eficientes na elaboração dos produtos. Alimentos que apresentam A_w entre 0,88 - 0,96, são considerados semiperecíveis, onde ainda pode ocorrer a ação de microrganismos comprometendo dessa forma a qualidade do produto (OETTERER, 2006).

Com relação à variável açúcares totais houve uma diminuição de 70% da MPF para o doce misto, um vez que na formulação do doce misto não houve a adição de sacarose.

Esses resultados encontrados no doce misto diferem de alguns produtos, no caso quando comparamos à geleia *light* de amora-preta em que os valores médios encontrados nas quatro formulações foram: 33,39, 32,84, 34,08 e 33,70%, respectivamente (NACHTIGALL, 2004), talvez essa diferença nos valores detectados tenham ocorrido devido à quantidade de pectina BTM e aos tipos gomas que foram empregadas nas formulações. Arévalo-Pinedo et al. (2013) ao avaliarem a polpa e as geleias de araticum uma formulação convencional e uma formulação *light*, encontraram os seguintes valores de açúcares totais 13,69, 40,00 e 37,5%, respectivamente.

Chim, Zambiasi e Bruscatto (2006) ao avaliarem doce em massa *light* de morango em 4 formulações, sendo F1 convencional e 3 *light* (F2 com 2% de pectina BTM, F3 e F4 com 3% de pectina BTM, e combinação de edulcorante de ciclamato de sódio:sacarina sódica respectivamente, encontraram os seguintes teores de açúcares totais para as formulações: 73,5; 42,4; 40,4 e 41,9, onde verificaram que a formulação F1 diferiu significativamente das demais formulações, no entanto entre as formulações *light* a F3 foi a que apresentou menor teor de açúcares totais.

No desenvolvimento de geleia de sapota, Carvalho et al. (2012) encontraram teores médios de açúcares totais ($69,86 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), resultado este próximo ao encontrado por Yuyama et al. (2008) em geleia cubiu que foi de 67,15%.

Com relação aos Carotenoides totais observa-se, que no doce houve uma redução no teor de carotenoides totais em torno de 49.73% quando comparado com a mistura das polpas utilizadas na elaboração do doce. Esse resultado vem constatar que temperaturas elevadas comprometem os compostos químicos presente no produto, pois são termossensíveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essa degradação pode ser atribuída a vários fatores tais como temperatura, presença de luz e acidez do produto e durante o processamento térmico (FENNEMA, 2000). Alguns autores citam que a perda dos carotenoides ocorre entre 5% e 40%, e essas perdas estão atribuídas às condições de preparação e preservação de alimentos (BELITZ; GROSCH, 1997; EITENMILLER; LADEN, 1999).

Carotenoides são pigmentos naturais com múltiplas funções biológicas e muitos apresentam atividade de pró-vitamina A, ações imunológicas, anticarcinogênicas e atividade antioxidante, por isso nos últimos anos estes compostos químicos vêm despertando o interesse de vários pesquisadores (MALDONADO; RODRIGUES-AMAYA; SCAMPARINI, 2008). O β -caroteno é o principal precursor da vitamina A na dieta (XU et al., 2006) e além de sua função como pró-vitamina A, ele também exerce ação antioxidante (BUSHWAY, 1986).

Carvalho et al. (2012), ao analisarem o teor de carotenoides totais na geleia da polpa de sapota detectaram perda de 97,5%, a qual está associada a condições de processamento que a fruta sofreu na produção da geleia. Observa-se que essa perda foi maior quando comparado com o valor maior ao encontrado no presente trabalho. No entanto os autores relatam ainda que mesmo apresentando valores considerados baixos, o consumo de geleia de sapota pode contribuir na ingestão diária de vitamina A.

Com relação ao teor de vitamina C verifica-se que houve perda em torno de 46,8 e 54,3% de vitamina C da MPF para o doce misto processado em TV. Essa perda da vitamina C ocorreu provavelmente devido à temperatura que foi utilizada no processamento, a qual promove a degradação oxidativa do ácido ascórbico através da hidrólise do ácido dehidroascórbico lactona para a formação de ácido 2,3-dicetoglucônico. Outros fatores como luz, pH, oxigênio, tempo de congelamento e atividade de água influenciam na velocidade da reação (FENNEMA, 2000). Resultados similares foram registrados na literatura para geleias de diferentes cultivares de morango maduros "Blink", "Polka" and "Senga" promovendo perdas de 65,9, 46,0 e 37,7%, respectivamente (MAZUR et al., 2014). Kim e Padilla-Zakour (2004) encontraram perdas de 54,4, 55,9 e 46% de ácido ascórbico para geleias de cereja, pêsego e framboesa, respectivamente.

Os teores de fenólicos encontrados na MPF foram maiores do que os valores detectados no doce, provavelmente essa perda tenha acontecido devido à degradação no tratamento térmico empregado, verificou-se que houve perda 35,66% desse composto no doce misto em relação à MPF.

Rababah et al. (2012) ao avaliarem a polpa da fruta fresca e o doce de cereja encontraram valores de fenólicos totais de 442,00 mg GAE/100g e 370,20 mg GAE/100g, respectivamente observando uma redução de 16,29%. Patras et al. (2011) relataram que a redução de fenólicos totais durante o cozimento pode ser devida ao rompimento de estrutura celular durante o processamento de frutas promovendo o aumento da oxidação não enzimática.

Kim e Padilla-Zakour (2004) ao avaliarem a geleia de cereja de quatro cultivares, observaram que houve perda de 47,67% dos fenólicos totais.

Em relação à atividade antioxidante a MPF teve um percentual mais elevado de inibição 43,52% SRL em relação ao doce misto foi 15,52% SRL, mostrando que a temperatura empregada no processamento foi o fator significativo

para a redução da capacidade antioxidante. A perda média de atividade antioxidante da MPF para o doce misto processado no TV foi de 64,34% em relação à MPF.

Rababah et al. (2012) ao avaliarem a cereja fresca e o doce de cereja, verificaram que os frutos da cereja tiveram o percentual de inibição do radical DPPH mais elevado 64,56%, seguido do doce que foi de 50,72%.

De acordo com Tsao, Khani-Zadeh e Dale (2006) o processamento de frutas normalmente leva à diminuição da concentração e uma mudança na composição dos carotenoides, na vitamina C, compostos fenólicos e atividade antioxidante – DPPH, corroborando com resultados apresentados.

Os ácidos orgânicos são substâncias que também desempenham outras funções como regulador de pH, atuando como tampão nas mais diversas etapas do processamento de alimentos e diminuindo a resistência de microrganismos; agente flavorizante, disfarçando gostos desagradáveis de outras substâncias e tornando o alimento mais saboroso; conservadores controlando o crescimento e desenvolvimento de bactérias patogênicas e seus esporos. Além disso, os acidulantes impedem o escurecimento dos alimentos (OLIVEIRA et al., 1999). Em alguns casos os processos de decomposição de um determinado alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, alteram quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio, e por consequência sua acidez (ALMEIDA SILVA, 2010; OLIVEIRA et al., 1999).

O ácido orgânico da mistura das polpas e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado predominante foi o ácido cítrico, seguido do ácido málico. Após o processamento observa-se que houve uma diminuição de 66,58% nos teores do ácido cítrico e 74,22% do ácido málico, possivelmente devido à evaporação que ocorreu durante o processo de cocção.

Damiani et al. (2012) encontraram na geleia mista de araçá e marolo, teores de 92,1 mg100g⁻¹ de ácido cítrico e 12,71 mg100g⁻¹ de ácido málico, valores superiores ao encontrado neste trabalho.

Com relação aos minerais analisados verifica-se que os teores encontrados na MPF (Mg, Mn, Zn, Fe e Ca) apresentaram valores mais elevados, quando comparados com o doce misto processado.

Os minerais predominantes no doce misto foram K e Cu, e o valor do Fe encontrado foi um valor bem próximo ao encontrado na MPF. Verifica-se que o processamento promove a perda em alguns minerais, observa-se que outros minerais como o Mg, Mn, Zn e Fe, apresentaram teores menores que ao da MPF.

Com relação ao perfil de carotenoides (Tabela 4) foi observado que o processamento térmico promoveu perdas significativas nos teores, sendo: 78,7% de carotenoides totais, 92,58% de α -caroteno, 83,02% de β -caroteno, 42,20% de 13-*Cis*- β -Caroteno e 70,26%, de 9-*Cis*- β -Caroteno quando comparado com a mistura de polpas.

Tabela 4 Valores médios e desvio padrão do Perfil de carotenoides da MPF e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado processado em TV expresso na matéria seca (dw)

Perfil de Carotenoides ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	Mistura de Polpas	Doce Misto
Totais	1742,42 \pm 14,72	379,81 \pm 36,72
α -Caroteno	101,61 \pm 4,49	7,54 \pm 1,28
β -Caroteno	1381,1/1 \pm 18,89	234,55 \pm 26,41
13- <i>Cis</i> - β -Caroteno	81,18 \pm 1,28	46,92 \pm 6,35
9- <i>Cis</i> β -Caroteno	26,09 \pm 2,49	7,76 \pm 1,5

Média \pm Desvio Padrão

Para os valores relacionados ao perfil de carotenoides da MPF podemos afirmar que os teores detectados referentes aos carotenoides encontrados em nossa matéria-prima (MPF) foram maiores quando comparados ao fruto do buriti analisados por Lima et al. (2009) quando detectaram valores de 70% de β -caroteno, 12% de α -caroteno.

Alguns autores citam que os carotenoides apresentam perdas entre 5% e 40%, dependendo das condições de preparação e preservação de alimentos

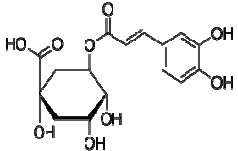
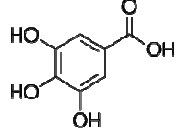
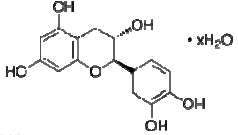
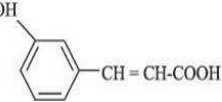
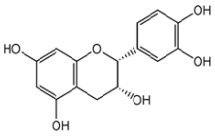
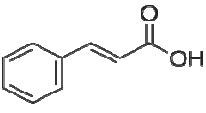
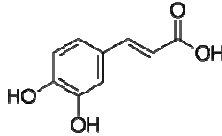
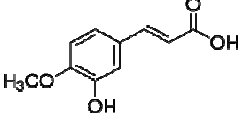
(BELITZ; GROSCH, 1997; IGUAL et al., 2013), uma vez que esses compostos são altamente instáveis à temperatura e à luz (CARVALHO et al., 2012).

Carvalho et al. (2012), ao analisarem o teor de carotenoides na geleia da polpa de sapota e na fruta detectaram valores de 4,8 e 191,0 $\mu\text{g}100\text{g}^{-1}$ respectivamente, relatando que mesmo apresentando valores considerados baixos o consumo de geleia sapota pode contribuir na ingestão diária com vitamina A.

Com relação ao perfil de fenólicos (Tabela 5) alguns compostos desta pesquisa apresentaram teores elevados na constituição da MPF como a catequina, *m*-cumárico, ácido clorogênico e a epicatequina, porém esses mesmos compostos estavam presentes no doce misto em quantidades menores. No entanto com relação ao ácido *m*-cumárico o doce misto apresentou um teor elevado desse composto em sua constituição.

De acordo com Fenema (2000), não é somente a energia térmica o único fator que transforma os agentes bioativos nos alimentos, o tratamento com uso de ácidos associado ao processamento pode promover o aparecimento de outros compostos fenólicos, por exemplo, a degradação das antocianinas a ácidos fenólicos (RAWSON et al., 2011). Portanto, pode-se inferir que a combinação dos ácidos orgânicos presentes nas frutas com o ácido cítrico utilizado na formulação e a temperatura empregada no processamento pode ter promovido a conversão dos outros compostos derivados do ácido cinâmico (ácido cafeico, ácido *trans*-cinâmico e ácido *trans*-3-hidroxi-4-metoxicinâmico) a ácido *m*-cumárico através de reações de hidrogenação e desidroxilação (FARAH et al., 2008).

Tabela 5 Valores médios e desvio padrão encontrado no perfil de fenólicos da MPF e do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado expresso na matéria seca (dw)

Compostos	Estrutura química	MPF*	Doce Misto*
Ácido clorogênico		10,55 ± 0,15	4,56 ± 0,88
Ácido gálico		1,92 ± 0,07	0,28 ± 0,04
Catequina		85,10 ± 0,01	12,49 ± 1,16
Ácido <i>m</i> -cumárico		60,49 ± 1,00	584,44 ± 156,28
Epicatequina		5,40 ± 0,14	6,32 ± 0,65
Ácido <i>trans</i> -cinâmico		0,23 ± 0,05	0,05 ± 0,02
Ácido caféico		2,63 ± 0,07	Ni
Ácido <i>trans</i> -3-hidroxi-4-metoxicinâmico		3,60 ± 0,06	Ni

* MPF – Mistura de polpas, TV – Doce processado no tacho a vácuo, Ni – Não identificado.

A quantificação e identificação dos compostos fenólicos em alimentos têm atraído grande interesse devido à sua importância funcional, cada dia mais dados podem ser encontrados na literatura científica. Os compostos fenólicos são essenciais para fisiologia e o metabolismo celular. Eles estão envolvidos em várias funções nas plantas, tais como as propriedades sensoriais: cor, aroma, sabor e adstringência (GARCIA-SALAS et al., 2010; LI et al., 2011).

Martin e Appel (2010) sugerem o consumo regular de compostos fenólicos diretamente a partir de alimentos de origem vegetal ou produtos com bons teores desses compostos, onde os mesmos são eficazes na redução do risco de danos oxidativos em nosso corpo. De acordo com Fennema (2000) estes decréscimos se devem ao escurecimento do produto em função de várias reações oxidativas que ocorrem com o tratamento térmico empregado que promove pigmentos escuros, tais como: oxidação de vitamina C, reação de Maillard, degradação de carotenoides.

Com relação aos parâmetros de cor (Tabela 6) observou-se que houve diminuição dos valores de L*, a*, b* e C*, e um aumento do ângulo hue (h°) do doce misto em relação à MPF. O doce misto quando comparado com a MPF apresentou-se mais com uma coloração mais opaca e menos avermelhada.

Tabela 6 Valores médios do parâmetro da cor e perfil de textura na mistura das polpas e do doce misto processado no TV

Coloração	Mistura de Polpas	Doce Misto
L*	61,00±0,11	40,81±2,62
a*	14,76±0,14	3,34±0,06
b*	30,05±0,7	16,91±3,94
C*	33,48±0,21	17,29±3,78
h°	63,83±0,41	77,69±4,64

Continuação...

Perfil de textura	Mistura de Polpas	Doce Misto
Dureza (g)	Nr*	483.58±375.49
Adesividade (g.sec)	Nr*	-49.10±22.36
Elasticidade	Nr*	0.69±0.16
Coesividade	Nr*	0.45±0.09
Gomosidade	Nr*	225.50±196.98
Mastigabilidade	Nr*	178.20±166.67
Resiliência	Nr*	0.17±0.06

Nr* - não realizada

Damiani et al. (2008) trabalharam com geleia de manga Haden com diferentes concentrações de casca em substituição a polpa e encontraram os seguintes valores: 28.08, 8,5 e 15.33 para L*, coordenada a* e b* respectivamente. Mesquita et al. (2012) detectaram para o doce de goiaba livre de açúcar para os parâmetros L*, a* e b* os seguintes valores: 29.0, 14.0, 7.0 respectivamente.

Rababah et al. (2012), ao avaliarem a fruta cereja e o doce encontraram valores de L* 18,51 e 27,51 respectivamente. Já para coordenada a* os valores encontrados por Rababah et al. (2012) para a fruta cereja foi 10,53 e para o doce foi 3,62, observou-se que após o processamento ocorreu diminuição nesse parâmetro. Portanto, comportamento semelhante ocorreu no presente estudo (mistura de polpas e doce misto) onde os valores encontrados foram 14,76 e 3,34, respectivamente.

Com relação à coordenada b*, observou-se que o valor inicial encontrado neste estudo para polpa foi de 30,05 e logo após o processamento do doce misto foi de 16,91. Comportamento diferente foi observado por Rababah et al. (2012) com a fruta e o doce cereja, onde os valores de b* foram 1,71 e 13,94 respectivamente.

Com relação ao parâmetro C^* observou-se que ocorreu diminuição do valor após o processamento, uma vez que ao doce elaborado não foi adicionado sacarose, comportamento inverso observado por Rababah et al. (2012) em que o valor encontrado para fruta cereja e o doce convencional de cereja foram 10,67 e 14,32, respectivamente.

Um doce de qualidade deve apresentar geralmente cor e sabor próximos ao fruto que está sendo utilizado, e quanto à textura e a consistência o mesmo deve estar de acordo com o tipo de produto desejado (se é cremoso ou de corte).

A análise do perfil de textura (TPA) é um método objetivo de avaliar as propriedades sensoriais táteis. A textura, juntamente à aparência e o sabor, constitui os três atributos de qualidade que estabelecem a aceitabilidade de um alimento pelo consumidor.

As características de textura da superfície do alimento são um dos primeiros parâmetros de qualidade avaliados pelos consumidores, sendo fundamental para a aceitação do produto, mesmo antes de o mesmo ser levado à boca. A textura é composta por um conjunto de atributos sensoriais de elevada relevância, uma vez que essas influenciam ou determinam a aceitação/rejeição do alimento (FUNAMI et al., 2012; KOTWALIWALE; BAKANE; VERMA, 2007; TANIWAKI; HANADA; SAKURAI, 2006).

Menezes et al. (2009), ao avaliarem doce de goiaba, detectaram valores médios de dureza e coesividade a 509,5 g e 0,34, respectivamente, valores estes muito próximos ao encontrado nesta pesquisa. Com relação aos demais parâmetros não foi possível comparar com outros trabalhos na literatura, em virtude da peculiaridade da formulação desenvolvida neste estudo, devido à adição dos vários ingredientes como: agente de corpo, gelificantes, conservantes e edulcorantes, tornando-o um produto diferenciado em relação aos já existentes no mercado. Outro fator que influencia sobre a dureza de um doce está

relacionada à adição do ácido cítrico no produto, favorecendo uma maior rigidez no produto (SOARES JÚNIOR; MAIA; NELSON, 2003).

Em relação à avaliação microbiológica verificou-se que não houve desenvolvimento de leveduras e bolores logo após o processamento. Os valores encontrados estavam dentro dos limites permitidos pela RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001), que estabelece um máximo de 10^4 UFC.g⁻¹ para bolores e leveduras em doce, geleias e compotas de frutas.

5 CONCLUSÃO

O tratamento térmico aplicado na formulação promoveu redução de nutrientes e compostos bioativos, como a vitamina C, fenólicos totais, atividade antioxidante – DPPH, ácidos orgânicos (cítrico, málico e maleico), nos compostos dos perfis de carotenoides e fenólicos quando comparados aos valores encontrados na mistura das polpas de frutas empregadas na formulação do doce. Observou-se que o composto *m*-cumárico no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado apresentou valor maior (584,44 mg.100g) quando comparado com a mistura das polpas de frutas. Entre os micronutrientes analisados alguns sofreram redução no processamento, no entanto o potássio e o cobre apresentaram maiores valores no doce. Verificou-se que houve redução nos parâmetro de cor L*, a*, b* e C* no doce, significando escurecimento.

Os valores encontrados na análise microbiológica de leveduras e fungos filamentosos apresentaram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA SILVA, J. L. A. Extração de ácidos de diferentes frutas utilizando sons de baixa frequência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 50., 2010, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: CBQ, 2010. 1 CD ROM.

ARÉVALO-PINEDO, A. et al. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geléias de Araticum (*Annona crassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 397-403, 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Gainthersburg, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Gainthersburg, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 18th ed. Washington, 2010. 1094 p.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2nd ed. Zaragoza: Acribia, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 3, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos edulcorantes, estabelecendo seus limites máximos para os alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 2 jul. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 26 de dezembro de 2003.

BUSHWAY, R. J. Determination of and b-carotene in some raw fruits and vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 34, p. 409–412, 1986.

CARVALHO, V. C. et al. Development and Antioxidant Capacity of sapota pulp jelly (*Quararibe cordata* VISCHER). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 341-347, maio/jun. 2012.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. F.; 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, jul./set. 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Faepe, 2005. 783 p.

COHEN, K. O. et al. Características físicoquímicas e compostos funcionais da polpa da *Passiflora alata*. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O CERRADO, 10, e SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Planaltina: [s. n.], 2008. 1 CD ROM.

DAMIANI, C. et al. Análise física, sensorial e microbiológica de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p.1418-1423, 2008.

DAMIANI, C. et al. Study of the shelf-life of a mixed araça (*Psidium guineensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.) jam. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 334-343, abr./jun. 2012.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Ed.). **Carbohydrates chemistry**. New York: Academic, 1962. v. 1, p. 477-512.

DOLINSKY, M. **Nutrição funcional**. São Paulo. ROCA, 2009.

EITENMILLER, R.; LADEN, W. O. Ascorbic acid. In: _____. **Vitamin analysis for the health and food science**. Boca Raton: CRC, 1999. p. 26–228.

FARAH, A. et al. Chlorogenic acids from green coffee extract are highly bioavailable in humans. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 138, n. 12, p. 2309-2315, 2008.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acríbia, 2000. 1258 p.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, R.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá – aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, p. 101-102, 2004.

FUNAMI, T. et al. Texture design for products using food hydrocolloids. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 26, p. 412-420, 2012.

GARCIA-SALAS, P. et al. Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. **Molecules**, Basel, v. 15, p. 8813-8826, 2010.

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

HINNEBURG, I.; DAMIEN, H. J.; RAIMO, H. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, London, v. 97, n. 1, p. 122-129, 2006.

IGUAL, M. et al. Physicochemical and sensorial properties of grapefruit jams as affected by processing. **Food and Bioprocess Technology**, Dublin, v. 6, n. 1, p. 177-185, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 2005.

JACKIX, M. H. Geléias e doces em massa. In: JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda (Teórico e Prático)**. Campinas: Unicamp, 1988. Cap. 4, p. 85-158.

KIM, D. O.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Jam processing effect on phenolics and antioxidant capacity in anthocyanin-rich fruits: cherry, plum and raspberry. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 69, p. 395–400, 2004.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A scheme for obtaining standards and HPLC quantification of leafy vegetable carotenoids. **Food Chemistry**, London, v. 78, p. 389-398, 2002.

KOTWALIWALE, N.; BAKANE, P.; VERMA, A. Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, p. 1207-1211, 2007.

LI, F. U. et al. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. **Food Chemistry**, London, v. 129, n. 2, p. 345-350, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MALDONADO, I. R.; RODRIGUES-AMAYA, D.; SCAMPARINI, A. R. P. Carotenoids of yeasts isolated from the Brazilian ecosystem. **Food Chemistry**, London, v. 107, p. 145-150, 2008.

MARTIN, K. R.; APPEL, C. L. Polyphenols as dietary supplements: a double-edged sword. **Nutrition and Dietary Supplements**, Arlington, v. 2, p. 1–12, 2010.

MAZUR, S. P. et al. Effects of ripeness and cultivar on chemical composition of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits and their suitability for jam production as a stable product at different storage temperatures. **Food Chemistry**, London, v. 146, p. 412-422, 2014.

MENEZES, C. C. **Desenvolvimento de goiabada sem adição de açúcar e com prebióticos e seus efeitos sobre biomarcadores de carcinogênese em ratos.** 2011. 155 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MENEZES, C. C. et al. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 618-625, jul./ set. 2009.

MESQUITA, K. S. et al. Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 37, p. 806–813, 2012.

MESQUITA, K. S. **Vida de prateleira de goiabada cascão diet adicionada de prebiótico:** alterações físicas, químicas, físico química, sensoriais e microbiológicas. 2011. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MOURA, S. C. S. R. Color degradation kinetics in low-calorie strawberry and guava jellies. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 758-764, jul./set. 2011.

NACHTIGALL, A. M. et al. Geléias light de amora-preta. **Boletim CEPPA**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 337-354, 2004.

OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos.** São Paulo: Manol, 2006. p. 512-551.

OLIVEIRA, E. N. A. Estabilidade de geleia convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 329-337, 2014.

OLIVEIRA, M. E. B. et al. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, set./dez. 1999.

PACHECO, S. **Preparo de padrões analíticos, estudo de estabilidade e parâmetros de validação para ensaio de carotenóides por cromatografia líquida**. 2008. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

PATRAS, A. et al. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and color in strawberry jam during storage. **Food Bioprocess Technology**, Heidelberg, v. 4, p. 1245-1252, 2011.

POLESI, L. F. et al. Caracterização química e física de geleia de manga de baixo valor calórico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 85-90, 2011.

PRATI, P. et al. Stability of the functional components of yacon, guava and west indian cherry jam, with no added sugar. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, p. 285-294, 2009.

RABABAH, T. M. et al. Effect of jam processing and storage on phytochemicals properties of cherry at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 36, p. 1-8, 2012.

RAMAYA, S. D. et al. Sugar, ascorbic acid, total phenolic content and total antioxidant activity in passion fruit (*Passiflora*) cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 93, n. 5, p. 1198-205, Mar. 2013.

RAWSON, A. et al. Effect of thermal and non thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent and advances. **Food Research International**, Essex, v. 44, p. 1875–1887, 2011.

ROCHA, M. C. et al. Efeito do uso de biofertilizante agrobio sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) no município de Taubaté. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 7-13, 2001.

RODRIGUEZ, A. D. B. E.; KIMURA, M. **Harvest plus handbook for carotenoid analysis**. Cali: IFPRI, CIAT, 2004. 58 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILST, 2001. 64 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Brazil: A bounty of carotenoid sources. **Sight and Life**, Newsletter, v. 1, n. 4, p. 3-9, abr. 2002.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa, 2007. (Comunicado Técnico n° 127).

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 536 p.

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

SOUZA, V. R. et al. Analysis of various sweeteners in low-sugar mixed fruit jam: equivalent sweetness, time-intensity analysis and acceptance test. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 48, p. 1541–1548, 2013.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967.

TABELA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 2. ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.
TANIWAKI, M.; HANADA, T.; SAKURAI, N. Device for acoustic measurement of food texture using a piezoelectric sensor. **Food Research International**, Barking, v. 39, p. 1099-1105, 2006.

TOUATI, N. et al. Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. **Food Chemistry**, London, v. 145, p. 23–27, 2014.

TSAO, R.; KHANIZADEH, S.; DALE, A. Designer fruits and vegetables with enriched phytochemicals for human health. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 86, n. 1, p. 773–786, 2006.

VAN DE KAMER, J. H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, July 1952.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: J. Wiley & Sons, 2002.

XU, J. et al. Presence of diverse ratios of lycopene/ b-carotene in five pink or red-fleshed citrus cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 108, p. 181–184, 2006.

YAHIA, E. M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZAGUILARA, G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.

YUYAMA, L. K. et al. Desenvolvimento e aceitabilidade de geleia de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 929-934, 2008.

ZAMBIAZI, R. C.; CHIM, J. F.; BRUSCATTO, M. H. Avaliação das características e estabilidade de geleias light de morango. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 165-170, abr./jun. 2006.

CAPÍTULO 3

Qualidade físico-química e microbiológica do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento

RESUMO

O Brasil possui um grande número de espécies de frutas nativas e exóticas subexploradas, que representam potencial de interesse na agroindústria e uma possível futura fonte de renda para a população local. O objetivo da pesquisa foi avaliar as alterações do doce misto dietético e funcional de frutas (marolo, maracujá-doce e graviola) do cerrado processado no tacho a vácuo (TV) e armazenado por 180 dias, em BODs nas temperaturas 25° °C e 35°C em embalagens de polipropileno. As propriedades avaliadas nos tempos 0, 70, 105, 140 e 180 foram: pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares solúveis totais (AST), carotenoides totais, fenólicos totais, vitamina C, atividade antioxidante (DPPH) e análise microbiológica. Houve efeito significativo do tempo de armazenamento para: pH, SS, AT, carotenoides totais, AST e fenólicos totais. Vitamina C e atividade antioxidante apresentaram efeito da interação temperatura x tempo de armazenamento. Os modelos estatísticos não se ajustaram para pH e SS, apresentando média de 4,15 e 61%, respectivamente. Carotenoides decresceram até o 105 dias com posterior aumento, açúcares totais aumentaram até 105 dias com posterior decréscimo. Os fenólicos totais oscilaram ao longo do armazenamento, vitamina C e atividade antioxidante nas temperaturas de 25 °C e 35 °C apresentaram decréscimo até o 105 dias com ligeiro aumento aos 180 dias. Não foram detectados leveduras e fungos filamentosos no doce misto ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: Tratamento térmico. Vida de prateleira. Compostos bioativos.

ABSTRACT

Brazil has a large number of native and exotic fruits' species sub-exploited, representing potential interest in agribusiness and a possible future source of income for the local population. In this research the objective was to evaluate changes of sweet mixed dietary and functional of fruits (*marolo*, sweet passion fruit and soursop) from cerrado processed in thermal vacuum (TV) and stored for 180 days in BODs at temperatures 25°C and 35 °C in polypropylene packages. The properties evaluated at 0, 70, 105, 140 and 180: pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), soluble sugars (SS), total carotenoids, total phenolic, vitamin C, antioxidant activity (DPPH) and microbiological analysis. There was a significant effect of storage time for pH, SS, TA, total carotenoids, SS and total phenolics. Vitamin C and antioxidant activity showed interaction effect (temperature x storage time). Statistical models not adjusted for pH and SS, with a mean of 4.15 and 61%, respectively. Carotenoids decreased to 105 days with subsequent increase, total sugars increased to 105 days with a subsequent decrease. Total phenolic varied during storage, vitamin C and antioxidant activity at temperatures 25°C and 35°C showed a decrease to 105 days with a slight increase at 180 days. Filamentous fungi and yeasts were not detected in sweet mixed during storage.

Keywords: Heat treatment. Shelf life. Bioactive compounds.

1 INTRODUÇÃO

Há uma demanda considerável por frutas frescas e seus produtos. Sabe-se que a maioria das frutas é sazonal e seu tempo de vida útil é bem limitado, requerendo muitas vezes a aplicação de tratamentos térmicos através do processamento com a finalidade de manter e preservar a qualidade e disponibilizar de vários produtos, tais como: polpas, doce, geleias, sucos ao longo do ano, principalmente no período de entressafra.

A flora do cerrado possui diversas espécies frutíferas com grande potencial de utilização agrícola, que são tradicionalmente utilizadas pela população local. Os frutos, em geral, são consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes, geleias e doces diversos (ALMEIDA, 1998; SILVA et al., 2001). Apresentam sabores agradáveis, elevados teores de açúcares, proteínas, sais minerais, ácidos graxos (SILVA et al., 2001), vitaminas do complexo B e carotenoides (AGOSTINI-COSTA; VIEIRA, 2000),

Entretanto, são perecíveis e a produção de doces mediante o uso de vários aditivos (açúcar, ácido, edulcorantes, pectinas, entre outros) e o processamento térmico tem a finalidade de evitar as perdas de frutos pós-colheita e oferecer um produto diferenciado ao consumidor. Segundo Worobo e Splittstoesser (2005) o sistema fechado a vácuo permite o processamento a temperaturas mais baixas, resultando assim em menos danos do calor aos compostos bioativos e as demais características sensoriais do produto.

A vida útil de um produto caracteriza-se no período em que se encontra em boas condições microbiológicas e sensoriais para serem consumidos sem prejudicar o paladar e a saúde. Estas condições são diretamente dependentes das transformações físicas, químicas e microbiológicas durante o armazenamento, que também estão relacionadas com natureza do produto (tipo e quantidade de ingredientes), da embalagem e das condições de armazenamento (umidade

relativa, temperatura e o tempo de armazenamento) (POLICARPO et al., 2007; VASQUES et al., 2006).

O efeito da temperatura é muito complexo e pode ser devido a várias causas. Inicialmente, com o aumento da temperatura a atividade molecular é aumentada assim como a formação do complexo enzimático (FENNEMA, 2000). Em relação ao tempo observa-se que as alterações são aceleradas no início e mais lentas no final, até atingir um valor constante.

Segundo Lee et al. (2013) o processamento térmico em geleia e doce degrada os componentes químicos e reduz atividades biológicas, porém promove um aumento desejável na vida útil de um produto. Perda de compostos bioativos pode ocorrer durante o período de processamento térmico e armazenamento dos produtos processados, como geleias, sucos e purê.

Processamento e armazenamento de doces devem ser realizados de forma a manterem a sua cor, valor nutritivo e atividade de eliminação de radicais (PATRAS et al, 2011.; RABABAH et al., 2012; ZAFRILLA; FERRERES; TOMS-BARBERN, 2001).

Segundo Rababah et al. (2012), uma geleia para ser considerada de boa qualidade tem que apresentar geralmente cor brilhante, sabor característico da fruta de origem, consistência e textura intermediária (conveniente, nem muito líquida e nem muito dura). Entretanto, essas propriedades de qualidade podem ser afetadas durante o armazenamento. Na literatura estão disponíveis estudos com o armazenamento de geleias de frutas, a exemplos de araçá com marolo (DAMIANI et al., 2012), goiaba (MESQUITA et al., 2012), toranja (IGUAL et al., 2013), casca de banana (DIAS et al., 2011), abacaxi (SINGH et al., 2009), cereja (RABABAH et al., 2012), e morango (ZAMBIAZI; CHIM; BRUSCATTO, 2006), dentre outros. Apesar disto, são escassas muitas referências com frutas do cerrado relacionadas à armazenagem de doces *light e diet*.

Neste estudo teve-se como objetivo avaliar as alterações químicas e microbiológicas que ocorreram no doce misto dietético e funcional de marolo, maracujá-doce e graviola processado em tacho a vácuo embalado em pote de polipropileno e armazenado em câmara de temperatura controlada (BOD) nas temperaturas de 25 e 35°C por 180 dias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Conforme citado no item 2.1 do capítulo 2.

2.2 Preparo das polpas

Conforme citado no item 2.2 do capítulo 2.

2.3 Processamento do doce misto

O doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado foi processado conforme descrito no item 2.3 do capítulo 2.

2.4 Planejamento experimental

Para avaliar o efeito do tempo nas propriedades do doce misto armazenado nas temperaturas 25°C e 35°C em câmara climática – BODs (ELETROLAB, Brasil), foi realizado um experimento em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas temperaturas de armazenamento e 5 tempos de avaliação (0, 70, 105, 140 e 180) em triplicata. O modelo da análise segue descrito abaixo (R CORE TEAM, 2014).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \beta_j^2 + \alpha\beta_{(ij)} + \alpha\beta_{(ij)}^2 + \epsilon_{ij}$$

em que:

μ = constante associada a todos os tratamentos;

α = efeito do i -ésimo tempo de armazenamento,

i = 25°C e 35°C, sendo considerado fixo;

β = efeito do j -ésimo tempo de armazenamento, $j = 0, \dots, 180$;

β^2 = efeito quadrático do j -ésimo tempo de armazenamento;

ϵ = resíduo associado às observações, sendo considerado com $\sim N(0, \sigma^2)$ e demais interações.

3 ANÁLISES QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICAS

As seguintes análises foram realizadas em triplicatas no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado.

3.1 pH e acidez titulável

O pH do doce misto foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (2000) e a determinação da acidez titulável (% de ácido cítrico foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio - NaOH (0,01 N), utilizando-se, como indicador, a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (g/100 g).

3.2 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando-se o refratômetro digital ATAGO PR-100, previamente calibrado com água destilada. Os resultados foram expressos em % °Brix, conforme a técnica da AOAC (2000).

3.3 Açúcares totais

A determinação dos açúcares totais do doce misto foi realizada utilizando-se o método Antrona (DISCHE, 1962), lido em espectrofotômetro, a 620 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de açúcar total na matéria seca.

3.4 Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram determinados de acordo com o método proposto Rodriguez-Amaya (2001). Foram utilizadas 20 gramas da amostra do

doce misto para extração, em cada amostra foi adicionado a 20 mL de acetona gelada e 2g celite em um erlenmeyer de 250mL, a amostra foi agitada em um polítron por alguns minutos, em seguida o material foi filtrado em um funil de buchner, as amostras foram lavadas 3x com acetona até que o extrato ficasse incolor. O conteúdo filtrado foi transferido para um funil de separação, em que se acrescentou 30 mL de éter de petróleo e 100 mL de água destilada. Descartou-se a fase inferior repetindo o procedimento por 4x para ocorrer a remoção total da acetona.

Em seguida foi utilizado 0,2 gr de sulfato de sódio anidro P.A. que foi colocado sob algodão, em seguida o extrato foi filtrado em um balão volumétrico de 50mL. Após a filtração do extrato no balão volumétrico o volume foi completado com éter de petróleo.

Para a determinação dos carotenoides totais, a absorbância da solução etérea foi lida em espectrofotômetro usando-se éter de petróleo como “branco”. O comprimento de onda utilizado foi 450nm. O valor da leitura de absorbância deve estar sempre dentro da faixa de linearidade do espectrofotômetro que é de 0,2 a 0,8 (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). A quantificação foi calculada utilizando a absorção no comprimento de onda de absorção máxima e o valor A que é de 2592, em éter de petróleo, para calcular a quantidade total de carotenoides. Os resultados foram expressos em miligramas de β -caroteno por 100 g^{-1} de mistura de polpa e do doce misto conforme equação 1.

$$C (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times \text{Vol} \times 10^4}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times \text{peso da amostra (g)}} \quad (1)$$

em que:

A = valor da leitura da absorvância

V = volume total do extrato (mL)

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$ = Coeficiente de absorvância do β -caroteno em éter de petróleo (2592)

3.5 Vitamina C

A determinação da vitamina C do doce misto foi realizada pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenil-hidrazina, segundo Strohecher e Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a uma absorvância de 520nm, com sistema computadorizado, e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100g^{-1} da polpa e doce.

3.6 Fenólicos totais

Para a obtenção do extrato foram pesados 1 g das amostras, adicionados a 20 mL de álcool metílico 50%. Essa mistura foi homogeneizada e deixada em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente ao abrigo da luz. Após este período, a mistura foi centrifugada, a 14.000 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado e foram adicionados 20 mL de acetona 70% ao resíduo, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente ao abrigo da luz. Em seguida, centrifugou-se, a 14.000 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado, adicionado ao primeiro sobrenadante e o volume foi completado para 50 mL em balão volumétrico com água destilada.

A determinação do teor de fenólicos totais foi feita pelo método proposto por Waterhouse (2002), empregando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, em que 0,5 mL de extrato de cada amostra foram adicionados aos tubos contendo 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10%. Em seguida, foram adicionados 2 mL de solução de carbonato de sódio 4%. Os tubos foram agitados e deixados em repouso, por 2 horas, ao abrigo da luz. A cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos fenólicos foi medida espectrofotometricamente, na faixa de absorção de 750 nm. O cálculo do teor de fenólicos foi realizado a partir da equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100^{-1} da amostra (mg EAG. 100g^{-1}).

3.7 Atividade Antioxidante (DPPH)

O potencial da atividade antioxidante foi determinado usando o DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazil), feita em solução de metanol/acetona, com algumas adaptações de Rufino et al. (2007), em relação ao cálculo do percentual de sequestro do radical DPPH a partir do padrão. Foi utilizado o mesmo extrato da análise de fenólicos, sendo colocados 0,1mL do extrato em tubos de ensaio, adicionando 3,9 mL de solução do radical DPPH (0,06 mM), deixando em repouso por 30 minutos no escuro, para posterior leitura colorimétrica em espectrofotômetro, a 515 nm. Para o controle foram adicionados 0,1 mL de metanol, juntamente ao DPPH, no lugar do extrato. Os resultados foram expressos em percentual de sequestro de radical livre (%SRL), conforme a equação 2.

$$\%SRL = [(ABS \text{ do controle} - ABS \text{ da amostra}) / ABS \text{ do controle}] \times 100 \quad (2)$$

3.8 Análise microbiológica

Neste trabalho foram realizadas análises microbiológicas para detecção de bolores e levedura por unidade formadora de colônias UFC), apesar da legislação brasileira (BRASIL, 2001) exigir um padrão de qualidade do doce para os microrganismos citados.

O preparo das amostras e das diluições foi feito da seguinte forma: pesou-se 25 gramas de cada amostra, onde as mesmas foram transferidas em um frasco contendo 225 mL de água peptonada a 0,1% estéril e homogeneizou-se durante 2 minutos utilizando-se o Stomacher, sendo esta diluição inicial denominada (10^{-1}) e em seguida foram preparadas diluições seriadas (10^{-2} e 10^{-3}). De cada diluição foram retiradas alíquotas de 0,1 mL e transferidas para placas de Petri, em triplicata, em meio de cultura DRBC (Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol). As placas foram incubadas por um período de 5 a 7 dias a 25°C. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC) por grama.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que apenas o tempo de armazenamento exerceu efeito significativo para as variáveis pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST) e carotenoides totais. Na tabela 2 e 3 encontram-se as equações, R^2 , Fc e Ft, referentes às variáveis analisadas estatisticamente do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento. Os Anexos (1, 2, 3, 4, 5 e 6) apresentam os dados da análise estatística realizada neste estudo.

Os modelos de regressão em nível de 5% de significância foram estabelecidos a partir dos resultados experimentais das variáveis estudadas. A adequabilidade dos modelos completos pode ser verificada (Tabela 2) pelos coeficientes de determinação (R^2), que explicam entre 70 a 98% da variância total das respostas.

Tabela 2 Equações de regressão ajustadas para as variáveis que não apresentaram efeito significativo da interação entre temperatura e o tempo (0, 70, 105, 140 e 180 dias) de armazenamento

Variável	Modelo estimador	R^2	Fc	Ft
pH	$Y = 4.11 + 0.0006*x$	0.49	1.84	3.97
AT	$Y = 0.41 = 0.011*x$	0.89	2.75	3.97
SS	$Y = 59.96 - 0.057*x + 0.00047*x^2$	0.55	1.77	3.97
ATS	$Y = 16.87 + 1.14*x - 0.005*x^2$	0.70	0.44	3.97
CT	$Y = 622.84 - 3.34*x + 0.023*x^2$	0.50	8.07	3.97
FT	$Y = 2764 - 39.14*x + 0.147*x^2$	0.93	0.26	3.97

AT – Acidez titulável; SS – Sólidos Solúveis; ATS – Açúcares Totais Solúveis; CT – Carotenoides Totais e FT – Fenólicos Totais.

De acordo com os resultados, verifica-se que nos parâmetros pH, sólidos solúveis, carotenoides totais (Tabela 2) não houve ajuste no modelo matemático pois seus coeficientes de determinação foram menores que 70%, significando que o modelo ajustado não se adequou aos dados experimentais apresentando médias 4,15, 61% e 470 μ g/100g respectivamente.

Damiani et al. (2012) verificaram que o pH do doce de marolo e araça nos seis primeiros meses de armazenamento apresentou um ligeiro decréscimo de 3,31 para 3,27 e ao final de 12 meses de armazenamento o pH aumentou para 3,33. O valor do pH encontrado neste estudo 4,15 classifica-se como ácido (pH entre 4,0 e 4,5) apresentando efeito inibidor no crescimento de microrganismo e atua como forma de ampliar a vida útil dos alimentos (SCHLABITZ, 2010).

Mesquita et al. (2012) observaram que o valor do pH do doce de goiaba livre de açúcar ao longo do armazenamento apresentou decréscimo no valor do pH de 3,9 - 3,7. Khouryieh, Aramouni e Herald (2005) reportam que esse comportamento no decréscimo do valor do pH possa está ligado à dissociação de ácidos orgânicos ao longo do tempo. Policarpo et al. (2007) quando analisaram doces de umbu, observaram que durante o armazenamento ocorreu uma estabilidade de pH, similar aos resultados deste trabalho.

Rababah et al. (2012) avaliaram o doce de cereja no intervalo entre 0 e 15 dias, encontraram valores de pH e teores de sólidos solúveis de 3,66 e 3,29 e 11,25% e 66,30%, respectivamente. Patri et al. (2009) detectaram na geleia mista de yacon, goiaba e acerola sem adição de açúcares valores de pH 3,45 teor menor do que encontrado no presente estudo.

As variáveis acidez titulável, açúcares totais, fenólicos totais ajustaram-se ao modelo matemático, apresentando seus coeficientes de determinação entre 70 e 93%.

O ácido é um constituinte indispensável na formação do gel. A acidez nas frutas é variável e depende do tipo e da quantidade de ácido presente e da presença de tampões. Os acidulantes permitidos na elaboração de doce são o ácido cítrico, láctico, tartárico, fosfórico sendo empregadas como agentes ajustamento e correção do pH, quando necessários e em quantidade suficiente para se atingir o efeito desejado, sendo no entanto o ácido cítrico o mais utilizado pelo seu sabor agradável e percepção imediata (MARTINS, 2007).

Observou-se que a acidez titulável aumentou de 0,41-1,2% durante o tempo de armazenamento de 0 - 140 dias, com posterior decréscimo aos 180 dias Figura (1A). Na elaboração de doces e geleias a acidez deve ser controlada e permanecer entre 0,3 a 0,8%. Quando essa acidez é superior a 0,8% pode ocorrer a sinérese, fato esse que foi detectado no tempo de 70 - 105 dias de armazenamento.

Mesquita et al. (2012) ao avaliarem doce de goiabada livre de açúcar verificaram aumento de acidez acentuado ao longo do armazenamento de 1,2 - 1,9%, valores superiores ao deste estudo.

Com relação à variável de sólidos solúveis Figura (1B) observou-se um decréscimo até os 70 dias (59%) com posterior aumento durante o armazenamento em torno de 64%. Possivelmente pode ocorrer que ao final do armazenamento haja uma tendência à cristalização, uma vez que, nesse período, a atividade de água neste produto variou de 0,89 – 0,75 (FENNEMA, 2000).

Damiani et al. (2012), observaram que teor de sólidos solúveis variaram 68,40 - 72,18°Brix durante o armazenamento para o doce de marolo e aração. Oliveira et al. (2014), encontraram nas geleias de umbu-cajá em diferentes concentrações de pectinas (0,5 a 1,5%) teores médios de SS variando de 62,55 - 67,55 °Brix para geleias no período de armazenamento de 120 aos 180 dias. Outros autores também observaram aumentos significativos nos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento, como (SINGH et al., 2009), ao estudar geleias de abacaxi e (ASSIS et al., 2007) investigando geleias de caju.

Com relação aos teores de açúcares totais Figura (1C) observa-se que houve um aumento desse valor até o 105 dias (76% MS), no entanto foi observado um posterior decréscimo ao final armazenamento (57% MS) comportamento esse que pode está associado à diminuição da umidade ao longo do armazenamento (DAMIANI et al., 2012).

Assis et al. (2007) detectaram teores médios de açúcares totais de 68,59% na geleia de caju ao longo do armazenamento (0-120 dias). Zambiasi, Chim e Bruscatto (2006) avaliaram 4 formulações de geleia de morango sendo (F1 geleia convencional e as geleias F2, F3 e F4 *lights*) com concentrações diferentes de edulcorantes (sacarina, ciclamato, ciclamato:sacarina) por um período de tempo (0, 60 e 120 dias), verificaram que a geleia convencional e as *lights* apresentaram valores médios de açúcares totais de 62,21% e 44,7% durante o armazenamento. Portanto, verificou-se que a formulação F1 diferiu significativamente das demais devido ao alto teor de açúcares totais e dentre as formulações *lights* a F3 foi a que apresentou menor taxa de inversão dos açúcares possivelmente por apresentar um teor de acidez um pouco inferior que as demais.

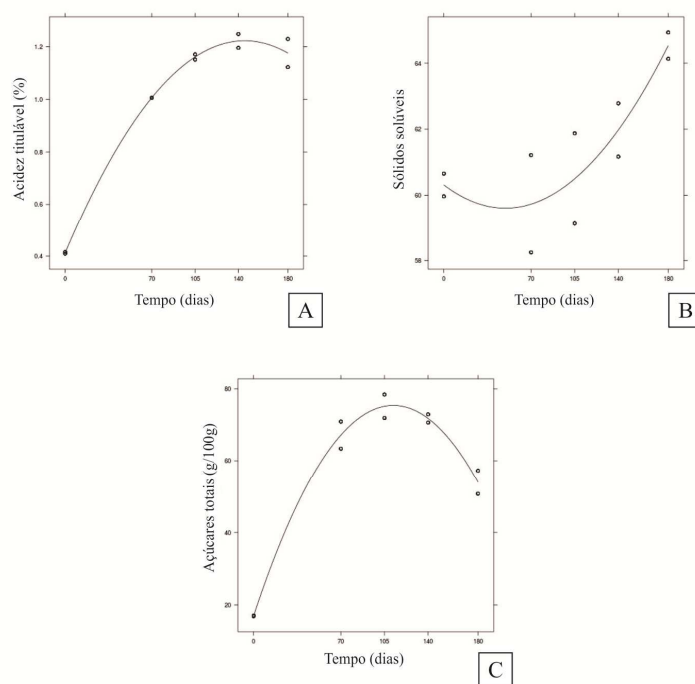


Figura 1 Valores médios da acidez titulável (A), sólidos solúveis (B) e açúcares totais (C) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento

Carotenoides são pigmentos naturais com múltiplas funções biológicas, e muitos apresentam atividade pró-vitamina A. Os carotenoides totais (Tabela 2 e Figura 2A) apresentam os valores desse parâmetro, variando de 600 a 450 $\mu\text{g}/100\text{g}(\text{MS})$ no tempo zero e ocorrendo um decréscimo aos 70 dias respectivamente. Observou-se que ocorreu um aumento no valor de 766,84 $\mu\text{g}/100\text{g}(\text{MS})$ ao final do 180 dias. Possivelmente esse aumento se deve a isomerização *cis/trans* dos carotenoides.

Igual et al. (2013) ao avaliarem a fruta fresca uva e o doce da uva em vários tratamentos térmicos (desidratação osmótica, processamento convencional, micro-ondas e tratamento combinado), observaram que houve mudança nos valores do β -caroteno do doce, ocorrendo perda desse composto durante o período de armazenamento (90 dias) onde, essa perda foi mais rápida na primeira semana, no entanto o conteúdo de β - caroteno manteve-se constante até o final do armazenamento em todos os doces.

Compostos fenólicos são substâncias potencialmente bioativas que ocorrem naturalmente nas plantas e alimentos derivados, evidências científicas têm enfatizado o seu papel benéfico na saúde e na prevenção de doença no ser humano (TSAO et al., 2006).

Para os fenólicos totais (Tabela 2 e Figura 2B) apenas o tempo de armazenamento foi significativo estatisticamente, observando-se um decréscimo acentuado até 140 dias (320 $\text{mg}/100\text{g MS}$) com um ligeiro aumento ao 180 dias (380 $\text{mg}/100\text{g MS}$).

Os compostos fenólicos estão diretamente relacionados às características organolépticas de um determinado produto, porque esta redução pode influenciar nas alterações de sabor, cor e aroma do produto.

De acordo com Fenema (2000), não é somente a energia térmica o único fator que transforma os agentes bioativos nos alimentos, o tratamento com uso de ácidos associado ao processamento pode promover o aparecimento de outros

compostos fenólicos, como por exemplo, a degradação das antocianinas a ácidos fenólicos. Estes decréscimos se devem ao escurecimento do produto em função de várias reações oxidativas que ocorrem durante tratamento térmico, promovendo pigmentos escuros, tais como: oxidação de vitamina C, reação de Maillard, degradação de carotenoides.

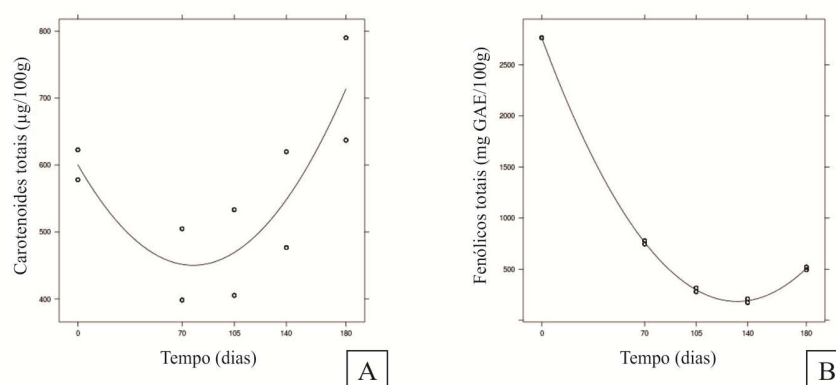


Figura 2 Valores médios de carotenoides totais (A) e fenólicos totais (B) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento

Com relação à vitamina C e atividade antioxidante - DPPH houve efeito significativo da interação entre tempo e temperatura de armazenamento (Tabela 3 e Figura 2. A e B). Para a vitamina C não houve ajuste do modelo matemático para ambas as temperaturas ($R^2 = 64\%$), no entanto para o DPPH o modelo matemático apresentou coeficiente de determinação entre 71 e 76% nas temperaturas 25° e 35°C, respectivamente. Nos Anexos (7 e 8) estão representados os dados da análise estatística realizada neste estudo.

Tabela 3 Equações de regressão ajustadas para as variáveis que apresentaram efeito significativo da interação do doce misto entre o tempo de armazenamento (0, 70, 105, 140 e 180) e a temperatura (25°C e 35°C)

Modelo estimador				
Variável	T= 25°C	R²	Fc	Ft
Vitamina C	$Y = 56.42 - 0.35*x + 0.001*x^2$	0.64	5.26	3.97
DPPH	$Y = 14.29 - 0.14*x + 0.0006*x^2$	0.71	21.68	3.97
Variável	T= 35°C	R²	Fc	Ft
Vitamina C	$Y = 56.61 - 0.26*x + 0.001*x^2$	0.64	5.26	3.97
DPPH	$Y = 14.86 - 0.21*x + 0.0009*x^2$	0.76	21.68	3.97

Com relação aos resultados de vitamina C, observou-se na (Figura 3 A) que houve um decréscimo durante os 105 dias de armazenamento, ocorrendo em seguida um posterior aumento até os 180 dias.

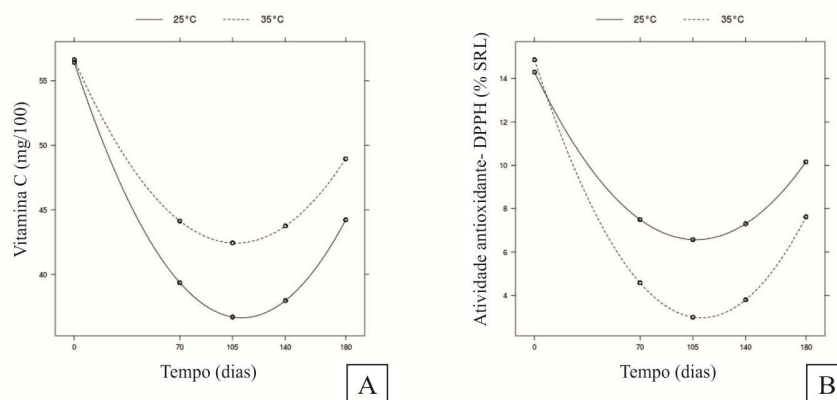


Figura 3 Valores médios da vitamina C (A) e da atividade antioxidante – DPPH (B) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado durante o armazenamento

É importante ressaltar que, embora quantitativamente a perda de vitamina C tenha sido considerada razoável durante o armazenamento, não chega a comprometer o valor nutricional do produto, uma vez que o teor de

vitamina C do mesmo é comparável aos alimentos que apresentam teores médios variando de 30-50mg.100g⁻¹ (RAMFUL et al., 2011).

De acordo com Beyers e Thomas (1979) o ácido ascórbico é um composto altamente termolábil e facilmente degradado na aplicação de calor.

Prati et al. (2009) ao analisarem o conteúdo de vitamina C na geleia de yacon, goiaba e acerola durante o tempo de armazenamento (180 dias) verificaram uma perda de 42,7%.

Patras et al. (2011), ao avaliarem o teor de ácido ascórbico na geleia de morango armazenada em duas temperaturas de 4 °C e 15 °C, verificaram decréscimo do ácido ascórbico com o aumento da temperatura e o tempo de armazenamento, ocorrendo redução do percentual de 10% e 29,9% de ácido ascórbico após 7 dias, verificaram que aos 28 dias de armazenamento esse percentual de redução variou de 49,7% e 70%, em ambas as temperaturas, respectivamente.

Assis et al. (2007) ao avaliarem a geleia de caju ao longo do armazenamento (0-120 dias) detectaram que o ácido ascórbico sofreu gradual declínio na ordem de 32,53%.

Com relação à atividade antioxidante houve efeito da interação entre tempo de armazenamento e temperatura, onde ambas as temperaturas 25 e 35°C, apresentando decréscimo até 105 dias com posterior aumento aos 180 dias. Observou-se na temperatura 25°C um decréscimo menos acentuado do que na temperatura de 35°C (Figura 3B).

Rababah et al. (2012) ao avaliarem doce de cereja por um período de 15 dias em diferentes temperaturas de (25, 35, 45 e 55°C) verificaram que houve um decréscimo na atividade antioxidante do doce, quando comparado o valor inicial dessa variável logo após o processamento de 50,72% e após o período de 15 dias de acordo com as temperaturas citadas, os teores médios da atividade antioxidante encontrados foram: 42,07, 39,75, 20,83 e 10,68%, respectivamente.

Nota-se que o armazenamento em mais altas temperaturas reduz a capacidade antioxidante devido à oxidação degradativa dos compostos bioativos.

Resultados similares foram registrados por Wicklund et al. (2005), no estudo sobre armazenamento de geleias de morango durante 3 meses nas temperaturas de 4 e 20°C. Observaram que a temperatura foi o fator que mais influenciou na redução significativa de atividade antioxidante.

Patras et al. (2011) observaram que houve degradação dos compostos bioativos (ascórbico ácido, antocianinas, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante) no morango durante o armazenamento de 28 dias nas temperaturas (4 e 15°C), com o aumento na temperatura ocorreu a degradação do ácido ascórbico.

Na Tabela 4 podem ser visualizados resultados relacionados às análises microbiológicas no doce misto dietético e funcional durante o armazenamento.

Tabela 4 Contagem de bolores e leveduras no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento

Tempo de armazenamento (dias)	Temperatura (°C)	
	25°C	35°C
0	1,44x10 ³ UFC/g	1,44x10 ³ UFC/ g
70	1x10 ³ UFC/g	6x10 ² UFC/g
105	5,3x10 ² UFC/g	8,7x10 ³ UFC/g
140	7,6x10 ³ UFC/g	5,1 x 10 ² UFC/g
180	3,3 x 10 ³ UFC/g	2,7 x 10 ² UFC/g

O doce misto em estudo apresentou condição sanitária satisfatória, atendendo aos padrões sanitários estabelecidos pela RDC n ° 12, de 2 janeiro de 2001 da Secretaria de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), onde sugere que purês e doces em massa devem apresentar uma contagem máxima de leveduras e bolores de 10⁴ Unidades Formadoras de Colônia (UFC/g) da amostra, o que indica que eles foram obtidos de acordo com as normas de higiene, tal como proposto por (SPEAK, 1984).

Resultados semelhantes foram obtidos por Policarpo et al. (2007) estudando doce um verde, Khouryieh, Aramouni e Herald (2005) para geleia livre de açúcar e Mesquita et al. (2012) ao avaliarem o doce de goiaba livre de açúcar, os quais detectaram valores de bolores e leveduras abaixo do limite citado pela legislação.

Portanto, verificou-se que no T=0 a contagem de bolores e leveduras apresentou valores de Unidades Formadoras de Colônia - UFC de $1,44 \times 10^3$. E com relação ao tempo de armazenamento os resultados encontrados representados na Tabela 3 encontram-se dentro dos limites dos valores preconizados pela legislação que é de 10^4 UFC/g da amostra, o que indica que eles foram obtidos de acordo com as normas de higiene, tal como proposto por (SPEAK, 1984).

Resultados semelhantes foram obtidos por Policarpo et al. (2007) estudando doce de umbu verde, Khouryieh, Aramouni e Herald (2005) geleia livre de açúcar e Mesquita et al. (2012) ao avaliarem o doce de goiaba livre de açúcar, detectaram valores de bolores e leveduras abaixo do limite citado pela legislação.

5 CONCLUSÃO

O tempo de armazenamento foi o fator que mais influenciou nas alterações físico-químicas do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado, e nos valores da acidez titulável, sólidos solúveis e açúcares totais aumentaram e carotenoides totais e fenólicos totais houve um decréscimo ao longo do armazenamento. Quanto à vitamina C e à atividade antioxidante, as mesmas apresentaram decréscimo em seus valores nas duas temperaturas 25 e 35 °C e no tempo de armazenamento. Nas alterações microbiológicas houve oscilações no crescimento de leveduras e fungos filamentosos, porém o resultado ao longo do armazenamento e nas duas temperaturas se apresentou dentro dos padrões exigidos pela legislação.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI-COSTA, T.; VIEIRA, R.F. **Frutas nativas do cerrado**: qualidade nutricional e sabor peculiar. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000.
- ALMEIDA, S. P. Frutas nativas do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 244-285.
- ASSIS, M. M. M. et al. Processamento e estabilidade de geleia de caju. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, p. 46-51, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Gainthersburg, 2000.
- BEYERS, M.; THOMAS, A. C. Gamma irradiation of subtropical fruits. 4. Changes in certain nutrients present in mangoes, papayas, and litchis during canning, freezing, and gamma irradiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 27, p. 48-51, 1979.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001.
- DAMIANI, C. et al. Study of the shelf-life of a mixed araça (*Psidium guineensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.) jam. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 334-343, abr./jun. 2012.
- DIAS, C. S. et al. Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa* spp.) Cv. Prata durante o armazenamento. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, p. 28-34, 2011.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p. 477-512.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acríbia, 2000. 1258 p.

IGUAL, M. et al. Physicochemical and sensorial properties of grapefruit jams as affected by processing. **Food and Bioprocess Technology**, Dublin, v. 6, p. 177-185, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 2005.

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

LEE, D. J. et al. Effects of jam processing on Anthocyanins and antioxidant capacities of *Rubus coreanus* Miquel Berry. **Food Science and Biotechnology**, Heidelberg, v. 22, n. 6, p. 1607-1613, 2013.

MARTINS, M. L. A. et al. Características de doce de massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, set. 2007.

MESQUITA, K. S. et al. Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 37, p. 806-813, 2012.

PATRAS, A. et al. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and color in strawberry jam during storage. **Food Bioprocess Technology**, Heidelberg, v. 4, p. 1245-1252, 2011.

POLICARPO, V. M. N. et al. Green umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) preserve: Physical, chemical and microbiological changes during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, Wstport, v. 31, 201–210, 2007.

PRATI, P. et al. Stability of the functional components of yacon, guava and west indian cherry jam, with no added sugar. Braz. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, p. 285–294, 2009.

RABABAH, T. M. et al. Effect of jam processing and storage on phytochemicals properties of cherry at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 36, p. 1-8, 2012.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

RAMFUL, D. et al. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruits pulps. **Food Research International**, Barking, v. 44, p. 2088-2099, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILST, 2001. 64 p.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Fortaleza, 2007. (Comunicado Técnico nº 127).

SCHLABITZ, C. **Estudo de vida de prateleira de doces em pasta caseiros**. 2010. 69 p. Monografia (Graduação em Química Industrial) - Univates, 2010. Disponível em: <<http://www.univates.br/bdu>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

SILVA, J. A. et al. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SINGH, S. et al. Quality changes in fruit jams from combinations of different fruit pulps. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 33, p. 41-57, 2009.

SPEAK, M. L. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2nd ed. Washington: American Public Health Association, 1984.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967.

VASQUEZ, A. R. et al. Avaliação sensorial e determinação de vida-de-prateleira de maçãs desidratadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 759-765, 2006.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics totais: determination of total phenolics. In WROLSTAD, R. E. **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: J. Wiley & Sons, 2002.

WICKLUND, T. et al. Antioxidant capacity and colour of strawberry Jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Food Science and Technology**, Oxford, v. 38, p. 387-391, 2005.

WOROBO, R. W.; SPLITTSTOESSER, D. F. Processing fruits. In: BARRETT, D. M.; SOMOGYI, L. P.; RAMASWAMY, H. S. (Ed.). **Processing fruits: science and technology**. Twelve: CRC, 2005. p. 261-284.

ZAFRILLA, P.; FERRERES, F.; TOMS-BARBERN, A. Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jam. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 8, p. 3651-3655, 2001.

ZAMBLIAZI, R. C.; CHIM, J. F.; BRUSCATTO, M. H. Avaliação das características e estabilidade de geleias light de morango. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 165-170, abr./jun. 2006.

CAPÍTULO 4

Alterações físicas do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento

RESUMO

Os alimentos com baixo teor calórico vêm despertando interesse por grande parte dos consumidores devido aos efeitos benéficos que os mesmos apresentam em sua composição através dos compostos bioativos. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar as alterações físicas que ocorrem no doce misto processado em tacho a vácuo e armazenado por 180 dias nas temperaturas de 25 e 35 °C. As análises realizadas foram: atividade de água, cor (L^* , a^* , b^* , C^* e h°), perfil de textura (dureza, adesividade, gomosidade, mastigabilidade, elasticidade, coesividade e resiliência) e sinérese. Para a atividade de água (A_w) observou decréscimo nos valores de A_w para ambas as temperaturas sendo, que a temperatura de 35 °C apresentou queda mais acentuada. Para variável L^* foi observado que em ambas as temperaturas houve um decréscimo desde o início até o final do armazenamento. Observa-se que ocorreu um aumento para as variáveis a^* , b^* e C^* (Croma) nas duas temperaturas, atingindo o pico máximo, aproximadamente, aos 90 dias em ambas as temperaturas (25 e 35°C) com decréscimo acentuado até o final do armazenamento. Para a variável ângulo h° verificou-se um decréscimo dos valores, em que no tempo zero o valor inicial encontrava-se em torno de 72 °C para ambas as temperaturas, e ao final do armazenamento na temperatura de 25 °C, esse valor decresceu gradativamente para 56 °C. Para as variáveis elasticidade, coesividade, resiliência e sinérese não houve efeito significativo entre temperaturas, tempo de armazenamento e interação entre eles.

Palavras-chave: Perfil de textura. Parâmetros de cor. Propriedades físicas.

ABSTRACT

Foods with low calorie have aroused interest by most consumers, due to the beneficial effects that they have in their composition through bioactive compounds. This work was carried out aimed to check physical changes that occur in sweet mixed processed in vacuum pan and stored for 180 days at temperatures 25°C and 35 °C. Water activity, color (L^* , a^* , b^* , C^* and h°), texture profile (hardness, adhesiveness, gumminess, chewiness, elasticity, cohesiveness and resilience) and syneresis were the analyzes performed. Water activity (A_w) observed decrease in A_w values for both temperatures, and the temperature 35 °C, presented sharpest decline. For variable L^* was observed that in both temperatures there was a decrease from the beginning to the end of storage. It is observed that there was an increase for the variables a^* , b^* and C^* (Chroma) at both temperatures, reaching a peak, approximately, to 90 days at both temperatures (25 °C and 35°C) with a significant reduction until the end of storage. For the variable angle h° there was a decrease of the values, where the time zero, initial value was around 72 °C for both temperatures, and at the end of storage at temperature 25 °C, this value decreased gradually to 56 °C. For the variables: elasticity, cohesiveness, resilience and syneresis there was no significant effect between temperatures, storage time and interaction between them.

Keywords: Texture Profile. Color parameters. Physical properties.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas é cada vez maior a procura por produtos à base de frutas, devido, principalmente, à presença de vitamina A e C, fibras, propriedades bioativas (carotenoides, fenólicos totais, atividade antioxidante) têm sido associado à menor incidência de enfermidades degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares e acidentes vascular cerebral (ACOSTA et al., 2006; MESQUITA et al., 2012; WOLFE; WU; LIU, 2003).

De acordo com Martins et al. (2007), os doces em massa são resultantes do processamento adequado das partes comestíveis das frutas adicionadas de açúcares, água, pectina (0,5 a 1,5%), ajustador de pH (3 a 3,4), além de outros ingredientes e aditivos permitidos pela legislação, até alcançar a consistência adequada. Os doces em massa de baixo valor calórico são formulados através do uso de pectinas BTM (baixo teor de metoxilação), que formam gel na presença de cátions bivalentes, normalmente cálcio, não necessitando da presença de altas concentrações de açúcares, mas sendo importante o controle de pH para a estabilização do gel (CHIM, 2004).

A vida de prateleira de um alimento é o tempo em que ele pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, etc., podendo sofrer pequenas modificações, mas quando bem estabelecidas essas alterações podem ser consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação vigente, por isso a vida de prateleira desse produto torna-se uma condição limitada, requer um tipo de processamento adequado que mantenha a qualidade do mesmo (FARIA, 2002).

Parâmetros como atividade de água, cor, textura e sinérese, além de crescimento de microrganismos indicam a qualidade de um produto durante o armazenamento, sendo fatores influenciados pela temperatura de armazenamento, umidade relativa, luz etc. (XAVIER, 1999).

A cor é o primeiro contato que se tem com os alimentos, a qual se associa aos tratamentos tecnológicos aplicados e aos processos que os mesmos podem sofrer, além de nos permitir avaliar em conjunto com outras análises a qualidade destes alimentos (PEREZ-ALVAREZ et al., 1999). O aquecimento prolongado apresenta efeitos negativos como escurecimento não enzimático, devido à reação de Maillard, caramelização e destruição de pigmentos. Esses efeitos geram alterações na cor do produto e ao longo do armazenamento.

Na literatura estão disponíveis estudos com armazenamento de doces e geleias com uma fruta ou mistura de frutas, como por exemplo de doce misto de araça com marolo (DAMIANI et al., 2012), cereja (RABABAH et al., 2012), morango (ZAMBIAZI; CHIM; BRUSCATTO, 2006), doce de goiaba livre de açúcar (MESQUITA et al., 2012), geleia de damasco (TOUATI et al., 2014) geleia de yacon, goiaba e acerola (PATRI et al., 2009).

Objetivou-se no presente trabalho identificar as alterações físicas que ocorreram no doce misto de baixa caloria em frutas do cerrado, armazenado por 180 dias em câmaras controladas BODs nas temperaturas de 25 e 35 °C.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Conforme citado no item 2.1 do capítulo 2.

2.2 Preparo das polpas

Conforme citado no item 2.2 do capítulo 2.

2.3 Processamento do doce misto

O doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado foi processado conforme descrito no item 2.3 do capítulo 2.

2.4 Planejamento experimental para avaliação das alterações

Para avaliar o efeito do tempo nas propriedades do doce misto armazenado nas temperaturas 25 °C e 35 °C foi realizado um experimento em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas temperaturas de armazenamento e 5 tempos de avaliação (0, 70, 105, 140, 180) em triplicata. O modelo da análise segue descrito abaixo (R CORE TEAM, 2014).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \beta_j^2 + \alpha\beta_{(ij)} + \alpha\beta_{(ij)}^2 + \epsilon_{ij}$$

em que:

μ = constante associada a todos os tratamentos;

α = efeito do i -ésimo tempo de armazenamento,

i = 25°C e 35°C, sendo considerado fixo;

β = efeito do j -ésimo tempo de armazenamento, $j = 0, \dots, 180$;

β^2 = efeito quadrático do j -ésimo tempo de armazenamento;

ϵ = resíduo associado às observações, sendo considerado com $\sim N(0, \sigma^2)$ e demais interações.

3 ANÁLISES FÍSICAS

As metodologias utilizadas neste trabalho para as análises físicas estão descritas abaixo.

3.1 Atividade de água (A_w)

A atividade de água foi determinada utilizando-se equipamento Aqualab Decagon modelo 3 TE. As amostras de aproximadamente 5 g foram dispostas em recipientes plásticos e as leituras foram realizadas em temperaturas controladas de $25,0 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

3.2 Análise colorimétrica

A cor do doce foi determinada, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, trabalhando com D_{65} (luz do dia) e usando-se os padrões com a determinação no modo CIELab. Os valores de L^* (claridade/luminosidade), a^* (que varia do vermelho ao verde) e b^* (que varia do amarelo ao azul) foram obtidos diretamente do colorímetro e utilizados para cálculo da tonalidade cromática ($h^* = \arctan b^*/a^*$) e croma $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. L^* varia do 0 a 100, onde o valor 0 indica (preto ou cor escura) a 100 (branco). Para a tonalidade do ângulo hue, o 0° representa vermelho puro; o 90° , o amarelo puro; o 180° , o verde puro e o 265° , o azul puro. Com relação ao croma, quanto mais altos os valores de C^* , mais viva a cor observada (LAWLESS; HEYMANN, 1998). A calibração foi realizada com a placa branca padrão, seguindo as instruções do fabricante.

3.3 Perfil de textura (TPA)

A textura no doce misto foi determinada utilizando-se um texturômetro TA. TX2i Teste Analyser Stable Micro Systems, (Goldaming England) com sonda cilíndrica de acrílico de fundo chato ($\varnothing = 6 \text{ mm}$) e o tempo, distância,

velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 5 segundos, 20, 4, 2 e 2 mm/s, respectivamente. As amostras de doce misto foram modelladas em forma de rodelas, sendo o teste realizado em triplicata, em seguida as leituras foram realizadas em recipientes plásticos. Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo software Expert Versão 1.22, sendo analisados os parâmetros para medir de forma direta atributos de textura: dureza, coesividade, elasticidade, adesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência. As leituras dos atributos de textura foram procedidas em triplicatas.

3.4 Sinérese

A sinérese foi determinada pela metodologia descrita por Duran et al. (1987). As amostras do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado foram dispostas no centro do papel filtro Whatman (nº 1), previamente seco em estufa a 105°C por 2 minutos. Posteriormente foram medidos o diâmetro das amostras com um aparelho: paquímetro digital 100.174BL (marca Digimess Instrumentos de Precisão, Ltda.) o avanço do anel de umidade. Os resultados foram expressos em centímetros, indicando o quanto a parte exsudada do doce no anel avançou (diâmetro) em relação à posição da amostra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos de regressão em nível de 5% de significância foram estabelecidos a partir dos resultados experimentais das variáveis estudadas. A adequabilidade dos modelos completos pode ser verificada pelos coeficientes de determinação (R^2), que explicam entre os valores de 70 a 98% da variância total das respostas (Tabela 2).

Tabela 2 Equações de regressão ajustadas para diferentes parâmetros avaliados de atividade de água (A_w) e Cor que apresentaram efeito significativo da interação entre o tempo dias de armazenamento (0-180)

Parâmetro	T °C	Modelo estimador	R^2	Fc	Ft
A_w	25°C	$Y = 0.865 - 0.001*x + 6.8E-2*x$	0.54	323.057	3,96
	35°C	$Y = 0.898 - 0.002*x + 1.2E-5*x^2$	0.56	323.057	3,96
Cor L*	25°C	$Y = 39.73 - 0.12*x + 2.06e-4*x^2$	0.91	92.75	3.97
	35°C	$Y = 39.69 - 0.19*x + 4.16e-4*x^2$	0.91	92.75	3.97
Cor a*	25°C	$Y = 5.65 + 0.16*x - 6.8e-4*x^2$	0.85	29.05	3.97
	35°C	$Y = 4.9 + 0.16*x + 8.4e-4*x^2$	0.86	29.05	3.97
Cor b*	25°C	$Y = 16.36 + 0.16*x + 8e-4*x^2$	0.76	37	3.97
	35°C	$Y = 15.8 - 0.12*x + 8.2e-4*x^2$	0.76	37	3.97
Croma*	25°C	$Y = 17.51 + 0.21*x - 1.1e-3*x^2$	0.69	36,75	3.97
	35°C	$Y = 16.9 + 0.18*x - 1e-3*x^2$	0.73	36,75	3.97
Ângulo Hue (h°)	25°C	$Y = 70.94 - 0.19*x + 5.6e-4*x^2$	0.81	15,71	3.97
	35°C	$Y = 61.1 - 0.23*x + 6.8e-4*x^2$	0.81	15,71	3.97

Para o parâmetro atividade de água (A_w) não houve ajuste no modelo matemático, pois seus coeficientes de determinação foram menores que 70%, significando que o modelo ajustado não se adequou aos dados experimentais.

Em relação à A_w foi observada redução de seus valores, como observado na Figura (1A) para o tempo de armazenamento em ambas as temperaturas, sendo que a temperatura de 35 °C apresentou queda acentuada, possivelmente este fenômeno pode ser explicado por que em temperaturas maiores os valores de A_w alcançados foram menores, resultados já esperados, pois a taxa de permeabilidade ao vapor de água ou hidrólise de constituintes são maiores.

Tendências semelhantes foram encontradas por Oliveira et al. (2015) ao avaliarem formulações de doce *diet* de umbu-cajá com concentrações de pectina de baixo teor de metoxilação (BTM) variando de 0,5 a 1,0%, de aspartame, variando de 0,055 a 0,065 %, cloreto de cálcio variando de 0,028 a 0,055 % e concentração fixa de sorbato de potássio de 0,1% ao longo de 180 dias de armazenamento, encontrando valores de A_w variando de 0,983 a 0,990. Portanto, observa-se que os valores encontrados neste doce *diet* de umbu-cajá foram superiores aos valores detectados no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado armazenado ao longo dos 180 dias.

Pinedo et al. (2013) ao avaliarem a geleia de araticum convencional e *light* ao longo do armazenamento, verificaram que a A_w na geleia convencional sofreu uma leve diminuição de 0,77 a 0,82 e de 0,92 a 0,98, respectivamente e que após 3 meses a geleia convencional oscilou e a *light* manteve-se constante.

Mesquita et al. (2012) ao avaliarem doce de goiaba livre de açúcar durante o armazenamento observaram que os valores da A_w variaram de 0,91 a 0,89 e que longo do armazenamento diminuiu, valor este próximo ao encontrado no doce misto no presente estudo.

Verifica-se que há uma tendência na diminuição do teor de A_w em alguns produtos, *light* e *diet*, provavelmente esse comportamento ocorra em

relação aos ingredientes (aditivos) que são adicionados às formulações que apresentam propriedades de absorver água e conseqüente promover uma consistência mais firme no produto.

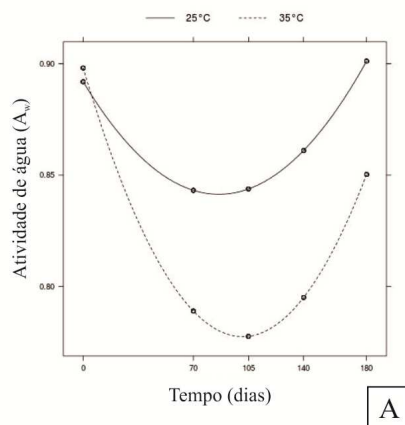


Figura 1 (A) valores médios de A_w do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento

A cor é o primeiro contato que se tem com os alimentos, a qual se associa aos tratamentos tecnológicos aplicados e aos processos que os mesmos podem sofrer, além de nos permitir avaliar em conjunto com outras análises a qualidade destes alimentos (PEREZ-ALVAREZ et al., 1999). O aquecimento prolongado apresenta efeitos negativos como escurecimento não enzimático, devido à reação de Maillard, caramelização e destruição de pigmentos. Esses efeitos geram alterações na cor no produto e ao longo do armazenamento.

Para os parâmetros de coloração do doce (L^* , a^* , b^* , C^* e h) houve interação significativa nas temperaturas avaliadas.

A Figura 2 (A) representa os valores da cor L^* . Observa-se que em ambas as temperaturas houve um decréscimo desde o início do armazenamento até o final, sendo essa diminuição mais acentuada na temperatura de 35 °C até 105 dias, a partir daí esta diminuição foi mais lenta, devido ao fato da oxidação

dos pigmentos presentes (ácido ascórbico, caroteno, compostos fenólicos), gerando cor escura (LIN et al., 2005). A luminosidade (L^*), a qual varia de 0 (preto) a 100 (branco) indica a ocorrência do escurecimento do produto e a tendência ao declínio deste parâmetro.

Segundo Dias et al. (2011) e Policarpo et al. (2007) esses resultados são devidos também à utilização da embalagem de polipropileno transparente, que promoveu a oxidação de pigmentos presentes (caroteno, compostos fenólicos), gerando a cor escura, fenômeno que pode ocorrer no doce quando o armazenamento é prolongado. A redução do valor de L^* no armazenamento também foi reportada (DAMIANI et al., 2012a) ao doce de araçá e marolo, (MESQUITA et al., 2012) no doce de goiaba livre de açúcar.

Resultados próximos foram obtidos por Oliveira et al. (2015), onde identificaram um valor médio de L^* no tempo zero de 34,91, para as 5 formulações de doce *diet* de umbu-cajá analisadas em temperatura ambiente, e no final do armazenamento esses valores médios ficaram próximos de 25,51.

Patras et al. (2011) ao avaliarem geleia de morango por um período de 28 dias nas duas temperaturas (4° e 15°C) detectaram valores iniciais e finais da cor L^* de 18,3 e 17,0 e 18,3 e 16,5 respectivamente, observando que o decréscimo iniciou na primeira semana de estocagem para ambas as temperaturas. Estes resultados podem ser associados com a reação de Maillard, em que os aminoácidos livres reagem com redução de açúcares, esse fenômeno ocorreu com o doce de banana que durante o armazenamento prolongado ocorreu mudança na de cor, ficando mais escura (DIAS et al., 2011). A redução da cor L^* no final de armazenamento também foi relatada na geleia de araçá (DAMIANI et al., 2012b).

Em relação aos valores da cor a^* na Figura 2(B), houve um aumento ao longo do armazenamento, variando de vermelho ao verde, variou de 3,34 no

início do armazenamento e aos 105 dias variou em média 13,14 e no final o valor médio diminuiu para 11,05.

Patras et al. (2011) ao avaliarem a geleia de morango por um período de 28 dias em duas temperaturas (4°C e 15°C) encontraram, para o parâmetro a*, valor inicial de 28,6 e 20,6 ao final de 28 dias e para parâmetro b* não houve diferença significativa dentro dos 28 dias. Oliveira et al. (2015) reportaram que valores da cor a* oscilando no tempo zero de 9,53 a 11,36, nas amostras de doce *diet* de umbu-cajá (DJ1, DJ2 e DJ4) e ao final do armazenamento o valor de a* oscilou de 8,93 a 9,51. Esses valores estão próximos ao relatado por Damiani et al. (2012b) o qual, no doce de araçá armazenado ao longo de 180 dias, encontrou valores da cor a* de 9,48 no tempo zero e 4,18 no final do armazenamento.

Em relação aos valores da cor b* (Figura 2C), houve aumento ao longo do armazenamento para as duas temperaturas 25° e 35°C, atingindo o pico máximo aos 105 dias, variando de 15,1 a 24,3 e 70 dias 15,1 a 20,0 respectivamente. Após esse período, houve decréscimo acentuado até o final do armazenamento para ambas as temperaturas, sendo que na temperatura 35°C a queda foi mais acentuada, indicando que houve perda da cor amarela, cor característica das polpas utilizadas na produção do doce, provavelmente devido à oxidação dos pigmentos. Similares conclusões foram encontradas por outros autores no armazenamento de geleia de diferentes frutas (WICKLUND et al., 2005) e estocagem de suco de maracujá (SANDI et al., 2003), geleia de morango (DERVISI; LAMBI; ZABETAKIS, 2001; NACHTIGALL et al., 2004), onde a adição de pectina BTM promove a diminuição da intensidade de cor.

Oliveira et al. (2015) detectaram no doce de umbu-caja *diet* para a cor b* no tempo zero valores de 35,73 - 40,63 e ao final do armazenamento esse valores foram para 23,90 - 21,54. Observa-se que esses valores encontrados no doce de umbu-cajá *diet* foram maiores do que os encontrados nesta pesquisa.

Oliveira et al. (2015) observaram que para os valores de a^* e b^* no doce *diet* de umbu-cajá, ocorreu uma degradação dos pigmentos até os 90 dias de armazenamento, no entanto após esses dias ambas as variáveis nas formulações aumentaram aos 120 dias mantendo-se constante até o final do armazenamento.

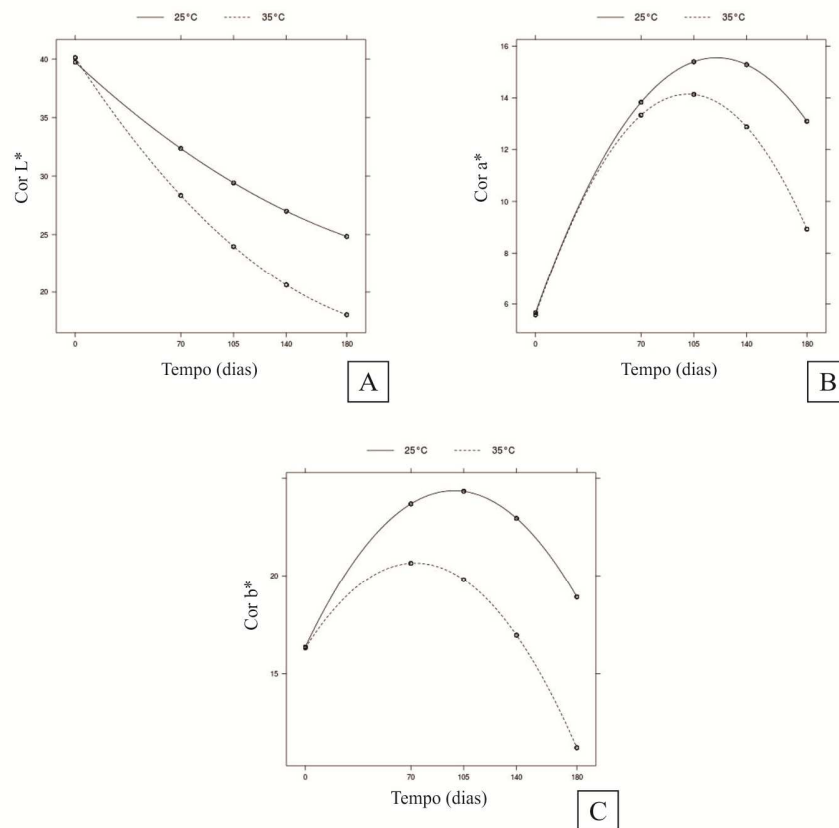


Figura 2 (A, B e C) valores médios do parâmetro cor de L^* , a^* e b^* , do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento

Em relação à variável croma (C^*) e o ângulo hue (h°) Figura 3 (A e B) verifica-se que houve aumento da cor C^* na temperatura 35 °C até os 105 dias e

na temperatura de 25 °C esse aumento ocorreu aos 70 dias, provavelmente essa redução que houve foi devido à degradação do pigmento.

Para ângulo hue (h°) observa-se um decréscimo dos valores, onde no T=0 o valor inicial encontrava-se em torno de 72° para ambas as temperaturas, variando do vermelho para o amarelo (cor alaranjada), no final do armazenamento na temperatura de 25 °C, esse valor decresceu gradativamente (56°). Observando-se que para ambas as temperaturas avaliadas de (0 - 180 dias) apresentaram comportamentos similares ao longo do armazenamento, permanecendo próximo à coloração vermelho-alaranjada.

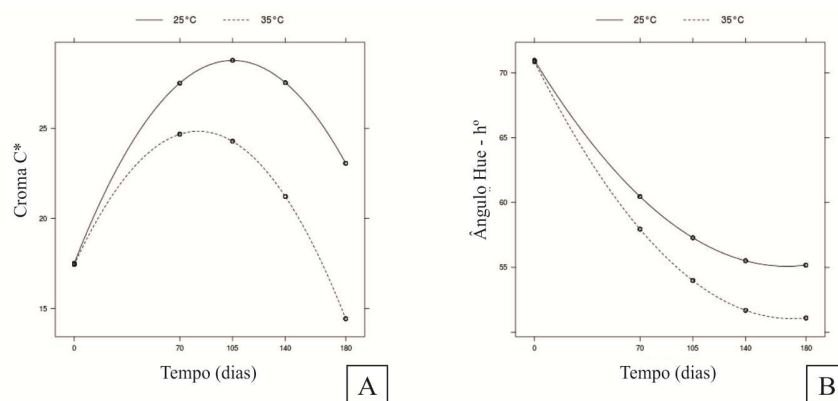


Figura 3 (A e B) valores médios do parâmetro de croma (C^*) e do ângulo hue (h°) do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento

Oliveira et al. (2015) ao avaliarem doce *diet* de umbu-cajá ao longo do armazenamento, encontraram valores médios na cor C^* ao longo do armazenamento, variando de 39,10 - 25,31 em 5 formulações. Portanto, os valores encontrados no doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado até os 105 dias do armazenamento ficaram próximos aos resultados do doce *diet* de umbu-cajá. Igual et al. (2013) reportaram que para o parâmetro da cor C^* no

doce de uva elaborado em diferentes tratamentos térmicos, verificaram que até os 60 dias de estocagem houve decréscimo.

Oliveira et al. (2014, 2015) ao avaliarem 5 formulações de doce *diet* umbu-cajá e 6 formulações de geleia umbu-cajá ao longo do armazenamento encontraram valores médios de ângulo hue (h°) 74,15; 85,93 no tempo zero respectivamente, valores estes maiores do que encontrado no doce misto dessa pesquisa. No entanto após 30 dias até o final do armazenamento observaram que nos valores desse parâmetro no doce *diet* de umbu-caja ocorreu declínio gradativo de 27,25 - 23,66 e na geleia de umbu-caja os valores médios foram de 58,68 – 38,98.

Igual et al. (2013) reportaram os valores médios do ângulo hue (h°) no doce de uva em diferentes tratamentos térmicos permaneceram estáveis durante os 90 dias de armazenamento, segundo os autores no final de armazenamento os valores de C^* e h° diminuíram em média de 7 e 35%, respectivamente, em relação aos valores iniciais.

Quanto ao croma (C^*) e o ângulo de tonalidade (h°) nota-se redução desses parâmetros ao final da estocagem, o que está relacionado principalmente à degradação dos valores de a^* e b^* .

Kirca, Özkan e Cemeroğlu (2007) relatam que a cor perceptível de geleias depende da quantidade relativa de cores vermelha e amarela, a qual é expressa como h° , enquanto que o valor de C^* descreve a saturação ou a intensidade da cor em que as geleias com maiores valores de C^* são mais vivas e, conseqüentemente, mais atrativas à compra. Considerando esta afirmação pode ser que a longo prazo a redução desses valores possa refletir em rejeição por consumidores em potencial, necessitando-se de estudos específicos para se saber o impacto dessas reduções.

De acordo com Huang et al. (2007), a análise do perfil de textura (TPA) é um método objetivo que visa avaliar as propriedades sensoriais e ela simula a

mastigação, exigindo assim, grandes deformações (de 20% a 50%). Essas deformações fazem com que as amostras entrem em colapso, não sendo adequado para o cálculo de alguns parâmetros, como a adesividade (PONS; FISZMAN, 1996), uma vez que, esse parâmetro é uma característica de superfície (ADHIKARI et al., 2001; BESBES et al., 2009).

Para a variável de perfil de textura (TPA) os parâmetros analisados de dureza, adesividade, gomosidade e mastigabilidade, ajustaram-se ao modelo matemático, apresentando seus coeficientes de determinação entre 70 e 98% e para as variáveis elasticidade, coesividade e resiliência, não apresentaram efeito significativo entre temperaturas, tempo de armazenamento e interação entre eles, os resultados estão expressos na Tabela 3 e Figura 2 (A, B, C e D).

Os valores médios dos parâmetros do perfil de textura do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 Equações de regressão ajustadas para os parâmetros de Perfil de textura (TPA) que apresentaram efeito significativo da interação entre o tempo de armazenamento (0-180) dias

Parâmetro		Perfil de Textura – TPA	R ²	Fc	Ft
DUR	25°C	$Y = 463.07 + 0.97*x$	0.93	2.89	3.98
	35°C	$Y = 241.36 - 4.40*x$	0.94	2.89	3.98
ADE	25°C	$Y = -43.57 - 1.45*x + 0.004*x^2$	0.83	1.63	3.98
	35°C	$Y = 40.76 - 0.73*x - 0.002*x^2$	0.89	1.63	3.98
GOM	25°C	$Y = 218.6 + 0.63*x + 6.45e-5*x^2$	0.86	2.93	3.98
	35°C	$Y = 205.04 - 4.52*x + 4.64e-2*x^2$	0.84	2.93	3.98
MAS	25°C	$Y = 173.12 + 0.21*x + 6e-4*x^2$	0.85	2.4	3.98
	35°C	$Y = 167 - 3.29*x + 0.032*x^2$	0.85	2.4	3.98

Fc – F calculado e Ft – F tabelado; DUR - Dureza; ADE – Adesividade; GOM – Gomosidade e MAS – Mastigabilidade.

A análise do perfil de textura pode ser considerada como uma operação de imitação do processo de mastigação e pode ser usada para prever o comportamento reológico de um sólido. O instrumento usado para a análise opera com dois ciclos de compressão e o resultado gráfico da análise mostra duas curvas positivas e duas curvas negativas. Essas curvas e a relação entre elas representam os parâmetros de perfil de textura (BESBES et al., 2009). Os parâmetros do perfil de textura denominados dureza, adesividade, coesividade e gomosidade. A dureza é o máximo de força do ciclo da primeira compressão. Os resultados mínimo e máximo para esse parâmetro Figura 4(A) nas temperaturas de 25 e 35 °C avaliadas ao longo do armazenamento foram de (440 – 520g) e (220 – 1200g) respectivamente, esses valores estão associados à concentração de pectina (2%) utilizada na formulação. A pectina BTM é o agente gelificante responsável pela formação do gel na presença do cálcio em uma ampla faixa de pH durante o processo de produção do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado. As redes do gel, formadas pelo cálcio e a pectina, são geradas por meio de “zonas de junção” cujo mecanismo de formação é baseado no modelo de caixa de ovo (GRANT et al., 1973). O número de zonas de junção aumenta com o incremento da concentração de pectina e cálcio, conseqüentemente, o número de cadeias poliméricamente ativas dentro do gel aumenta com o aumento da concentração de pectina e, portanto, o gel torna-se mais rígido (FU; RAO, 2001; NORZIAH et al., 2001).

O doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado com concentração de pectina BTM de 2% apresentaram valores médios mínimo e máximo de adesividade Figura 4(B) na temperatura de 25 °C de (-50 a -150g.sec) e para a temperatura de 35 °C de (-50 a -250g.sec) do início ao final do armazenamento.

Segundo Bourne (2002), adesividade é a área de força negativa da primeira compressão e representa o trabalho necessário para retirar o probe da amostra, ou seja, mede o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre o doce misto e a superfície do probe usado na análise. Esse parâmetro de textura é muito importante para produtos alimentícios, pois permite prever o grau de adesão do alimento nos dentes.

E os valores do parâmetro de gomosidade Figura 4(C) para temperaturas de 25 e 35 °C foram (200 a 280) e de (200 a 890) respectivamente do início ao final do armazenamento.

A gomosidade, outro parâmetro de textura, é obtida através do produto da dureza e da coesividade e tem a mesma relação que a mastigabilidade, porém para alimentos semi-sólidos. Na descrição original da TPA é a energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido e torná-lo pronto para ser engolido.

Na presente pesquisa para parâmetro de mastigabilidade Figura 4 (D) ao longo do armazenamento (180 dias) observou-se que na temperatura de 25 °C houve uma pequena variação de 180 a 210, no entanto para a temperatura 35 °C o valor encontrado para esse parâmetro apresentou-se elevado, variando de (180 a 600), conseqüentemente promove maior dureza ao produto.

A mastigabilidade é um atributo secundário da textura que é avaliada pelo número de mastigadas necessário para deixar o alimento em condições de ser deglutido. Este parâmetro apresenta alta correlação positiva com a dureza (SILVA et al., 2009).

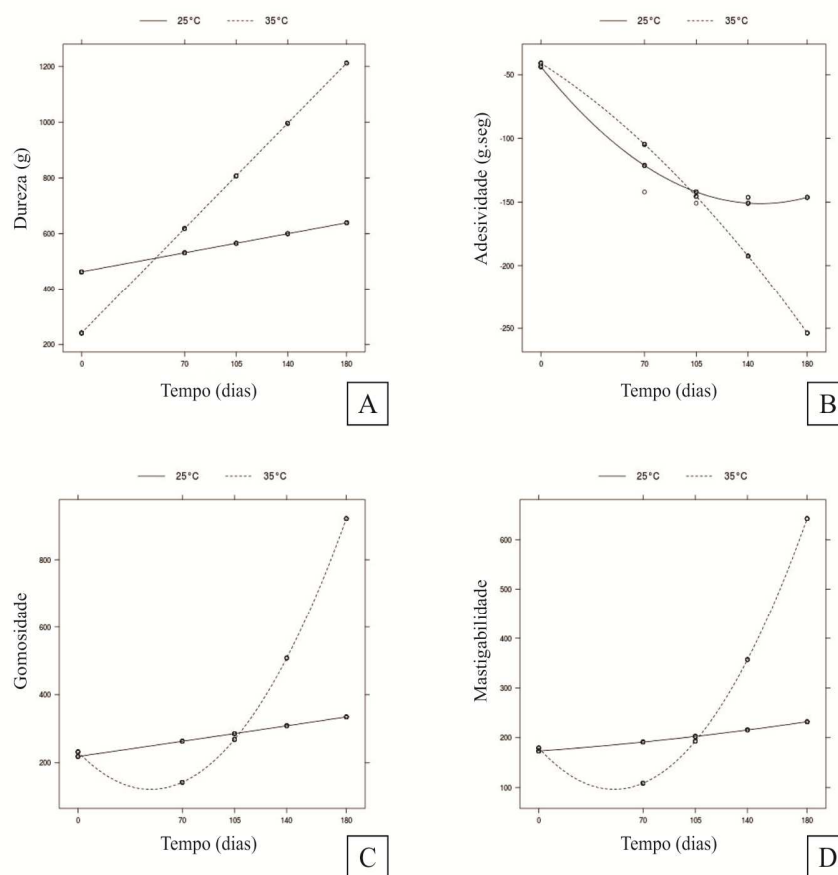


Figura 4 (A, B, C e D) apresenta os valores médios do parâmetro de TPA: dureza, adesividade, gomosidade e mastigabilidade do doce misto dietético e funcional de frutas do cerrado ao longo do armazenamento

O uso de hidrocoloides, como as gomas, em produtos com baixo teor de sólidos solúveis melhora a capacidade de retenção de água e acrescenta características de textura aos produtos adicionados devido às suas propriedades espessantes e estabilizantes por meio do processo de gelatinização, que ocorre quando uma solução aquosa do polímero sofre resfriamento, presumivelmente,

pela formação de estrutura dupla hélice para produzir rede polimérica tridimensional. No presente estudo foi feita a adição de goma locusta (0,61%) e carragena (0,61 %) na formulação.

Vendramel, Cândido e Campos (1997) ao avaliarem as características reológicas e sensoriais de geleias com baixo teor de sólidos solúveis e com diferentes hidrocoloides isolados e combinados analisaram o gel obtido pela goma xantana, por meio do teste de fluidez, viscosidade e força do gel, mostrando que, de acordo com os resultados deles, esse gel foi um dos que apresentou melhores características de consistência. Isso mostra que a utilização de hidrocoloides isolados ou associados como agentes gelificantes permite a melhoria das propriedades reológicas, beneficiando as características dos produtos alimentícios formulados para fins especiais, como a geleia e doce sem adição de açúcar.

A medida de sinérese (exsudação da água na superfície do produto) não apresentou efeito significativo para o tempo de armazenamento, temperatura e interação entre eles. Aos 180 dias de armazenamento, o valor médio encontrado foi de diâmetro de $2,27 \pm 0,01$ cm.

O aumento da sinérese ao longo do tempo não é desejável ao alimento, já que o mesmo altera as características ligadas à aparência do produto. Segundo Fisman e Duran (1992) e Mouquet et al. (1997) a sinérese é vista com o um problema frequente em géis de frutas, resultando na liberação de água retida na matriz do gel. Geralmente doce de massa com nenhuma adição de açúcar ou com reduzido teor de açúcar, normalmente são elaborados com pectina de baixo teor de metoxilação, as quais formam gel na presença de cátions bivalentes, usualmente o cálcio. No entanto, elevadas concentrações de íon cálcio podem formar forças repulsivas em ligações excessivas entre as moléculas, causando contração e gerando sinérese, que consiste na expulsão espontânea da fase aquosa da rede do gel (CHIM; ZAMBIAZI; BRUSCATTO, 2006).

Khouryich, Aramouni e Herald (2005) observaram que a sinérese na geleia livre de açúcar começou a ocorrer no produto a partir dos 60 dias de armazenados. Mesquita et al. (2012) encontraram no 50 primeiros dias de armazenamento valor inicial de 0,9cm e no final do armazenamento valor de 1,1 cm.

5 CONCLUSÃO

Com relação aos valores de atividade de água encontrada no doce nas duas temperaturas de armazenamento empregadas, verificou-se que ocorreu uma redução desse parâmetro no produto.

Para os parâmetros da cor a^* , b^* e C^* os valores encontrados tiveram aumento desde o início do armazenamento até os 105 dias e posteriormente esses valores foram diminuindo até o final do armazenamento e para a cor L^* e no ângulo hue (h°) os valores encontrados apresentaram declínio do início ao final do armazenamento.

Com relação à análise do perfil de textura, a formulação com a concentração de pectina empregada na elaboração do produto proporcionou géis mais firmes e coesos durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, O. et al. Ingredient levels optimization and nutritional evaluation of a Low-calorie blackberry (*Rubus irasuenis* Liebm). Jelly. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 5, p. 390-394, 2006. Suppl.

ADHIKARI, B. et al. Stickiness in foods: mechanisms and test methods -a review. **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v. 4, n. 1, p. 1-33, Mar. 2001.

BESBES, S. et al. Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. **Food Chemistry**, London, v. 112, p. 406-411, 2009.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity**. 2nd ed. San Diego: Academic, 2002. 427 p.

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

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, jul./set. 2006.

DAMIANI, C. et al. Antioxidant potential of *Psidium guineensis* Sw. jam during storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, p. 90-98, 2012b.

DAMIANI, C. et al. Study of the shelf-life of a mixed araçá (*Psidium guineenses* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.) jam. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, p. 334-343, 2012a.

- DERVISI, P.; LAMBI, J.; ZABETAKIS, I. High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. **Food Chemistry**, London, v. 7, n. 3, p. 85-91, 2001.
- DIAS, C. S. et al. Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa spp.*) Cv. Prata durante o armazenamento. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, p. 28-34, 2011.
- DURAN, L. et al. Sineresis de los geles agar y kappa-carragantado: Influencia de la adición de gomas de garrafin y guar. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Madrid, v. 27, n. 4, p. 545-555, abr. 1987.
- FARIA, E. V. Avaliação e determinação da vida-de-prateleira: a importância da análise sensorial. In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformações e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. 75 p.
- FISMAN, S.M.; DURAN, L. Effects of fruit pulp and sucrose on the compression response of diferente polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 11-17, 1992.
- FU, J. T.; RAO, M. A. Rheology and structure development during gelation of low methoxyl pectin gels: the effect of sucrose. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 15, p. 93-100, 2001.
- GRANT, G. T. et al. Biological interactions between polyssacharides and divalent cations: the egg box. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 32, p. 195-198, 1973.
- HUANG, M. et al. Characters of rice starch gel modified by gellan, carrageenan and glucomannan: a texture profile analysis study. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 69, n. 3, p. 411-418, June 2007.

IGUAL, M. et al. Physicochemical and sensorial properties of grapefruit jams as affected by processing. **Food and Bioprocess Technology**, Dublin, v. 6, p. 177-185, 2013.

KHOURYICH, H. A.; ARAMOUNI, F.; HERALD, T. J. Physical, chemical and sensory properties of Sugar-free jelly. **Journal of Food Quality**, Hoboken, v. 28, n. 2, p. 179-190, Apr. 2005.

KIRCA, A.; ÖZKAN, M.; CEMEROĞLU, B. Storage stability of strawberry jam color enhanced with black carrot juice concentrate. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 31, p. 531-545, 2007.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LIN, C. H.; CHEN, B. H. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. **Food Chemistry**, London, v. 90, n. 4, p. 837-846, 2005.

MARTINS, M. L. A. et al. Características de doce de massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, set. 2007.

MESQUITA, K. S. et al. Quality alterations during storage of sugar-free Guava jam with added prebiotics. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v.37, p. 806–813, 2012.

MOUQUET, C. et al. Influence of initial pH on gelation kinetic of texturized passion fruit pulp. **Food Science and Technologic**, Misore, v. 30, n. 2, p.129-134, Mar. 1997.

NACHTIGALL, A. M. et al. Geleia light de amora-preta. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 337-353, 2004.

NORZIAH, M. H. et al. Pectin – sucrose - Ca²⁺ interactions: effects on rheological properties. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 15, p. 491-498, 2001.

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Estabilidade de geleia convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 329-337, 2014.

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Physicochemical stability of diet umbu-cajá jams stored under ambiente conditions. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 39, p. 70-79, 2015.

PATRAS, A. et al. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and color in strawberry jam during storage. **Food Bioprocess Technology**, Heidelberg, v. 4, p. 1245-1252, 2011.

PÉREZ-ALVAREZ, J. et al. El color de los alimentos. **Technology Food**. Esperanza, n. 8, p. 32-43, 1999.

PINEDO, A. A. et al. Physicochemical and colorimetric changes of araticum (*Araticum crassiflora*) jellies. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 397-403, 2013.

POLICARPO, V. M. N. et al. Green umbu (*Spondias tuberosa* ARR. CAM.) preserve: physical, chemical and microbiological changes during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 31, p. 201-210, 2007.

PONS, M.; FISZMAN, S. M. Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 27, p. 597-624, 1996.

PRATI, P. et al. Stability of the functional components of yacon, guava and west indian cherry jam, with no added sugar. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, p. 285-294, 2009.

RABABAH, T. M. et al. Effect of jam processing and storage on phytochemicals properties of cherry at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 36, p. 1-8, 2012.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

SANDI, D. et al. Correlação entre característica físico-química e sensoriais em suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) durante o armazenamento. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, set./dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0101-20612003000300010&script=sci_arttext>. Acesso em: 23 dez. 2014.

SILVA, L. H. et al. Desenvolvimento de pão de forma com adição de farinha de “okara”. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 315-322, 2009.

TOUATI, N. et al. Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. **Food Chemistry**, London, v. 145, p. 23–27, 2014.

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

WICKLUND, T. et al. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Lebensmittel Wissenschaft and Technology**, London, v. 38, p. 387-391, 2005.

WOLFE, K.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant activity of apple peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, p. 609–614, 2003.

XAVIER, A. N. **Caracterização química e vida-de-pratelerira do doce em massa de umbu**. 1999. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

ZAMBIAZI, R. C.; CHIM, J. F.; BRUSCATTO, M. H. Avaliação das características e estabilidade de geleias light de morango. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 17 n. 2, p. 165-170, abr./jun. 2006.

ANEXOS

ANEXO 1 Quadro de resumo da análise de variância do pH

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	0,006418	0,006418	1,8373	0,1789
Tempo	1	0,075716	0,075716	21,676	1.195,10 ⁻⁵ ***
I (Tempo 2)	1	0,001339	0,001339	0,3834	0,5375
Temperatura:temp o	1	0,006811	0,006811	1,9498	0,1663
	1	0,000345	0,000345	0,0988	0,7540
Temperatura: I (Tempo 2)					
Resíduos	84	0,293411	0,003493		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 2 Quadro de resumo da análise de variância de acidez titulável

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	0,0314	0,0314	2,7609	0,1003
Tempo	1	6,4480	6,4480	567,6684	<2,10 ⁻¹⁶ ***
I (Tempo 2)	1	1,6774	1,6774	147,6715	<2,10 ⁻¹⁶ ***
Temperatura:tempo	1	0,0252	0,0252	2,2181	0,1401
Temperatura: I (Tempo 2)	1	0,0093	0,0093	0,8197	0,3679
Resíduos	84	0,9541	0,0114		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 3 Quadro de resumo da análise de variância dos sólidos solúveis

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	46,94	46,944	1,7660	0,18748
Tempo	1	174,19	174,186	6,5527	0,01226*
I (Tempo 2)	1	94,172	94,172	3,5426	0,06327
Temperatura:tempo	1	4,44	4,442	0,1671	0,68373
Temperatura: I (Tempo 2)	1	39,11	39,112	1,4714	0,22853
Resíduos	84	2232,93	26,583		

Significativo: 0 '****' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 4 Quadro de resumo da análise de variância dos açúcares totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	83,3	83,3	0,4396	0,5091
Tempo	1	16328,2	16328,2	86,1345	$1,614 \cdot 10^{-14}$ ***
I (Tempo 2)	1	24485,9	24485,9	129,1675	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$ ***
Temperatura:tempo	1	85,3	85,3	0,4500	0,5042
Temperatura: I (Tempo 2)	1	491,2	491,2	2,5913	0,1112
Resíduos	84	15923,6	189,6		

Significativo: 0 '****' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 5 Quadro de resumo da análise de variância dos carotenoides totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	298510	298510	8,0737	0,005635**
Tempo	1	106442	106442	2,8789	0,093451
I (Tempo 2)	1	710212	710212	19,2088	3,368.10 ⁻⁵ ***
Temperatura:tempo	1	31578	31578	0,8541	0,358050
Temperatura: I (Tempo 2)	1	1852	1852	0,0501	0,823456
Resíduos	84	3105753	36973		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 6 Quadro de resumo da análise de variância de fenólicos totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	16115	16115	0,2598	0,6116
Tempo	1	57122639	57122639	920,8982	<2.10 ⁻¹⁶ ***
I (Tempo 2)	1	24119191	24119191	388,8357	<2.10 ⁻¹⁶ ***
Temperatura:temp o	1	1999	1999	0,0322	0,8580
	1	2049	2049	0,0330	0,8562
Temperatura:I (Tempo 2)					
Resíduos	84	5210458	62029		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 7 Quadro de resumo da análise de variância da vitamina C

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	405,2	405,22	5,2631	0,024278*
Tempo	1	1194,0	1194,01	15,5081	0,000169***
I (Tempo 2)	1	2271,8	2271,78	29,5066	5,328.10 ⁷ ***
Temperatura:tempo	1	58,8	58,81	0,7638	0,384640
Temperatura:I (Tempo 2)	1	38,2	38,21	0,4962	0,483105
Resíduos	84	6467,4	76,99		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 8 Quadro de resumo da análise de variância da atividade antioxidante (DPPH)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	129,10	129,10	21,6842	1,191.10 ⁻⁵ ***
Tempo	1	392,75	392,75	65,9693	3,453.10 ⁻¹² ***
I (Tempo 2)	1	765,23	765,23	128,5345	<2,2.10 ⁻¹⁶ ***
Temperatura:tempo	1	27,90	27,90	4,6864	0,03324
Temperatura: I (Tempo 2)	1	24,84	24,84	4,1722	0,04423
Resíduos	84	500,09	5,95		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 9 Quadro de resumo da análise de variância da atividade de água

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	0,048071	0,048071	32,3146	1,851.10 ⁻⁷ ***
Tempo	1	0,006063	0,006063	4,0757	0,01226*
I (Tempo 2)	1	0,009334	0,009334	65,5173	0,06327***
Temperatura:tempo	1	0,006959	0,006959	6,2744	0,68373*
Temperatura: I (Tempo 2)	1	0,124958	0,124958	4,6782	0,22853*
Resíduos	84	0,122958	0,001488		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 10 Quadro de resumo da análise de variância da cor L*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	445,2	445,2	92,6241	3,295.10 ⁻¹⁵ ***
Tempo	1	3651,2	3651,2	759,6370	<2,2.10 ⁻¹⁶ ***
I (Tempo 2)	1	109,4	109,4	22,7693	7,621.10 ⁻⁶ ***
Temperatura:tempo	1	132,1	132,1	28,9368	6,626.10 ⁻⁶ ***
Temperatura: I (Tempo 2)	1	12,5	12,5	2,5922	0,1111
Resíduos	84	403,7	4,8		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 11 Quadro de resumo da análise de variância da cor a*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	63,62	63,62	29,0759	6,282.10 ⁻⁷ ***
Tempo	1	351,55	351,55	160,6632	<2,2.10 ⁻¹⁶ ***
I (Tempo 2)	1	656,38	656,38	299,9731	<2,2.10 ⁻¹⁶ ***
Temperatura:tempo	1	42,27	42,27	19,3198	3,213.10 ⁻⁵ ***
Temperatura: I (Tempo 2)	1	6,55	6,55	2,9954	0,08717
Resíduos	84	183,80	2,19		

Significativo: 0 '****' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 12 Quadro de resumo da análise de variância da cor b*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	407,09	407,09	36,8109	3,606.10 ⁻⁸ ***
Tempo	1	7,53	7,53	0,6807	0,4116803
I (Tempo 2)	1	763,38	763,38	69,0291	1,461.10 ⁻¹² ***
Temperatura:tempo	1	152,95	152,95	13,8308	0,0003601***
Temperatura: I (Tempo 2)	1	0,00	0,00	0,0004	0,9849272
Resíduos	84	928,94	11,06		

Significativo: 0 '****' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 13 Quadro de resumo da análise de variância da cor C*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	449,88	449,88	36,7445	3,692.10 ⁻⁸ ***
Tempo	1	34,45	34,45	2,8137	0,0971808
I (Tempo 2)	1	1261,33	1261,33	103,0203	2,913.10 ⁻¹⁶ ***
Temperatura:tempo	1	191,40	191,40	15,6324	0,0001599***
Temperatura: I (Tempo 2)	1	1,49	1,49	0,1219	0,7278588
Resíduos	84	1028,46	12,24		

Significativo: 0 '****' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 14 Quadro de resumo da análise de variância do ângulo Hue (h°)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	171,3	171,3	15,7293	0,0001531***
Tempo	1	3435,5	3435,5	315,4302	<2,2.10 ⁻¹⁶ ***
I (Tempo 2)	1	439,0	439,0	40,3109	1,055.10 ⁻⁸ ***
Temperatura:tempo	1	42,8	42,8	15,6324	0,0508137.
Temperatura: I (Tempo 2)	1	3,6	3,6	0,1219	0,5687161
Resíduos	84	914,9	10,9		

Significativo: 0 '****' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 15 Quadro de resumo da análise de variância da dureza

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	495286	495286	2,8901	0,0931613
Tempo	1	2763502	2763502	16,1257	0,0001366***
Temperatura:tempo	1	1501783	1501783	8,7632	0,0040837**
Resíduos	77	13195721	171373		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 16 Quadro de resumo da análise de variância da dureza

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	4695	4695	1,6205	0,20712
Temperatura:tempo	2	247102	123551	42,6433	6,068.10 ⁻¹³ ***
Temperatura: I (Tempo 2)	2	15935	7967	2,7499	0,07066
Resíduos	72	208606	2897		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 17 Quadro de resumo da análise de variância da gomosidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	178050	178050	2,9348	0,0908194
Temperatura:tempo	2	1720176	860088	14,1769	5,992.10 ⁻⁶ ***
Temperatura: I (Tempo 2)	2	982468	60668	8,0971	0,0006547***
Resíduos	75	4550105	60668		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

ANEXO 18 Quadro de resumo da análise de variância da mastigabilidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr (>F)
Temperatura	1	91780	91780	2,4002	0,125526
Temperatura:tempo	2	755151	377575	9,8745	0,000156***
Temperatura: I (Tempo 2)	2	484542	242271	6,3359	0,002868***
Resíduos	75	2867819	38238		

Significativo: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1