



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

LARA BORGHI VIRGOLIN

**SUCO DE LARANJA INTEGRAL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA, AVALIAÇÃO SENSORIAL E DESENVOLVIMENTO DE
FRUTA ESTRUTURADA COM POLPA DE UVA E GOIABA**

São José do Rio Preto

2019

Lara Borghi Virgolin

Suco de Laranja Integral: Caracterização Físico-Química, Avaliação Sensorial e Desenvolvimento de Fruta Estruturada com Polpa de Uva e Goiaba

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti

São José do Rio Preto

2019

V817s

Virgolin, Lara Borghi

Suco de Laranja Integral: Caracterização Físico-Química, Avaliação Sensorial e Desenvolvimento de Fruta Estruturada com Polpa de Uva e Goiaba / Lara Borghi
Virgolin. -- São José do Rio Preto, 2019

129 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Natália Soares Janzantti

1. Suco de laranja integral. 2. Fruta estruturada. 3. Características físico-químicas. 4. Análise de aceitação. 5. Rate-all-that-apply. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Lara Borghi Virgolin

Suco de Laranja Integral: Caracterização Físico-Química, Avaliação Sensorial e Desenvolvimento de Fruta Estruturada com Polpa de Uva e Goiaba

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti
UNESP – São José do Rio Preto, SP
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela
UNESP – São José do Rio Preto, SP

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti e Silva
UNESP – São José do Rio Preto, SP

Profa. Dra. Mercia Fátima Manente Bettini
Flavor Tec – Aromas de Frutas Ltda

Profa. Dra. Maria Luiza Silva Fazio
Instituto Municipal de Ensino Superior de Catanduva, SP

São José do Rio Preto

04 de Setembro de 2019

Dedico este trabalho à minha família por todo apoio, amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça da vida, por me permitir, capacitar, iluminar e guiar nesta conquista;

À minha família, Sueli, José Carlos e Cinthia, que sempre me apoiaram, estimularam, deram carinho e conforto, essenciais para a conclusão do Doutorado;

A Leandro Duarte, por ser o homem da minha vida, que alegra os meus dias, incentiva meus estudos, “segura a barra” quando necessário e sempre acredita em meu potencial;

Aos meus avós Waldemar e Palmira (*in memoriam*), minhas “estrelas”, que iluminam meu caminho;

A Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti pela confiança, ensinamentos e pela orientação deste trabalho;

Aos membros da banca, pela contribuição para melhoria da qualidade desta pesquisa;

Às minhas amigas Tatiane Silva, Liara Dias, Denise Pinheiro, Talita Milani, Michele Menis, Mariana Garcia, Katiele Todisco, Julaísa Scarpin, Leonardo Milk, Ana Carolina Camargo e Suzane Martins por estarem sempre presentes, fazendo dos momentos no laboratório os melhores possíveis;

À técnica de laboratório Alana Lisbôa por auxiliar nas análises e nas discussões sobre o fundamento das mesmas;

Aos estagiários Andressa Trivelatto, Camila Miyda e Pedro Santana, pela grande ajuda na execução desta pesquisa;

Ao IBILCE e professores do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA), pela oportunidade de aprendizado e de realização deste trabalho;

Ao Centro Universitário de Rio Preto por ser minha segunda casa e sempre estimular seus docentes a alçarem voos mais altos;

Aos meus alunos, “amores da vida da tia”, por serem o combustível para finalização desta Tese;

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

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O Brasil é líder na produção de laranja e quase a totalidade desta produção resulta em suco industrializado, dentre os quais vem se destacando o suco de laranja integral (NFC, *Not From Concentrate*). O aumento na produção e consumo de suco de laranja integral no Brasil e no mundo está associado ao seu sabor, semelhante ao suco espremido na hora do consumo, bem como à presença de compostos bioativos e praticidade. Além disso, os consumidores estão ávidos por produtos alimentícios a base de frutas nacionais que agreguem conveniência, saudabilidade e sejam saborosas, atributos oferecidos pelas frutas estruturadas. Os objetivos deste trabalho foram avaliar os parâmetros físico-químicos e a análise de aceitação de sucos de laranja integral comerciais e aplicar o suco de laranja integral para o desenvolvimento de frutas estruturadas juntamente com polpas de uva e goiaba, bem como a caracterização físico-química e o perfil sensorial por meio da técnica *RATA* das frutas estruturadas. A metodologia de modelagem de mistura e a função desejabilidade foram utilizadas para determinar a concentração de cada matéria-prima (suco de laranja integral e polpas de uva e goiaba) no desenvolvimento das frutas estruturadas. Dentre as sete marcas comerciais de sucos de laranja integral avaliadas, houve diferenças estatísticas para todos os parâmetros físico-químicos, com variações expressivas nos conteúdos de ácido ascórbico e carotenoides totais. Os sucos de laranja comerciais foram aceitos pelos consumidores, com exceção de dois sucos, que apresentaram médias abaixo de 5 (termo “nem gostei, nem desgostei”, em uma escala de 9 pontos) para aroma de laranja, sabor de laranja e quantidade de polpa. Uma das marcas comerciais de suco de laranja destacou-se pelas maiores médias de aceitação para sabor de laranja e pelas maiores frequências de ideal de quantidade de polpa. Além disso, tal marca caracterizou-se pela presença significativa de compostos fenólicos totais e carotenoides totais, tendo assim sido escolhida como uma das matérias-primas para a formulação das frutas estruturadas. Os doze ensaios de frutas estruturadas apresentaram diferenças estatísticas para todos os parâmetros físico-químicos avaliados, tendo, esses, sofrido influência das matérias-primas, de forma isolada e/ou interação, com exceção dos parâmetros umidade e atividade de água. Frutas estruturadas com maior conteúdo de compostos bioativos e potencial antioxidante foram obtidas quando concentrações de 15% de suco de laranja, 28,75% de polpa de uva e 56,25% de polpa de goiaba foram empregadas. Os consumidores evidenciaram maior aceitação pela fruta estruturada com maior concentração de polpa de uva, tendo sido descrita, por meio da técnica *RATA*, pelos descritores sensoriais brilho, cor marsala/bordô/vinho, odor

e sabor de uva, bem como pelos termos hedônicos prazeroso, satisfação, aceitação e saboroso. Os resultados da análise descritiva *RATA* permitiram identificar as características sensoriais importantes para a aceitabilidade das frutas estruturadas, bem como discriminá-las. O suco de laranja integral e as frutas estruturadas elaboradas com suco de laranja e polpas de uva e goiaba apresentaram boa aceitação e conteúdo elevado de compostos com propriedade bioativa, além das barras de frutas estruturadas serem excelentes alternativas às novas tendências globais da alimentação com agregado valor nutricional e sensorial.

Palavras-chave: Suco de laranja integral. Fruta estruturada. Características físico-químicas. Análise de aceitação. *Rate-all-that-apply*.

ABSTRACT

Brazil is the leader in the orange production and almost all of it results in the industrialized juice, among which the pure orange juice (NFC, Not From Concentrate) has been the standout. The increase of the pure orange juice production and consumption in Brazil and in the world is associated with its flavor, resembling the freshly squeezed juice, as well as the presence of bioactive compounds and its practicality. Moreover, the consumers are eager for food products based on national fruits that add convenience, healthiness and that are tasty as well, attributes that are offered by the structured fruits. The aims of this work were to evaluate the physicochemical parameters and the acceptance analysis of commercial pure orange juices and to apply the pure orange juice in the development of structured fruit jointly with guava and grape pulps, as well as the physicochemical characterization and the sensory profile analysis (RATA). The methodology of mixture molding and the desirability function were used to decide the proportion of each raw-material (pure orange juice and guava and grape pulps) in the structured fruits development. Among the seven commercial brands of pure orange juice evaluated, there were statistical differences for all the physicochemical parameters, with expressive variations in the content of ascorbic acid and total carotenoids. The commercial orange juices were accepted by the consumers, except for two of them, which presented averages below 5 (“nor liked, nor disliked” term, in a scale of 9 points) for the orange odor, orange flavor and pulp amount. One of the orange juice commercial brands stood out due to having the highest acceptance averages when it comes to the orange flavor and the highest frequency of the amount ideal pulp. Furthermore, the brand was characterized by its meaningful presence of total phenolic compounds and total carotenoids, and was chosen as one of the raw-materials for the structured fruits formulation. The twelve structured fruits trials presented statistical differences for all evaluated physicochemical parameters, having suffered the influence of raw-material, in an isolated form and/or in interaction, with the exception of the humidity and water activity parameters. Structured fruits with higher content of bioactive compounds and antioxidant potential were obtained when concentrations of 15% orange juice, 28.75% grape pulp and 56.25% guava pulp are employed. Consumers showed a higher acceptance for structured fruit with higher concentration of grape pulp, having been described by the RATA technique for the sensory descriptors brightness, marsala/burgundy/ wine color, grape odor and flavor sensory attributes, as well as the pleasant, satisfaction, acceptance and tasty hedonic terms. The

results of the RATA descriptive analysis allowed to identify the sensory characteristics important for the acceptability of the structured fruits, as well as to discriminate them. The pure orange juice brand as well as the structured fruits made with orange juice and guava and grape pulps presented good acceptance and high contents of compounds with bioactive property, in addition the structured fruit bars are excellent alternatives to the new global trends of food with added sensory and nutritional values.

Keywords: *Pure orange juice. Structured fruit. Physicochemical analyses. Acceptance analysis. Rate-all-that-apply.*

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1: Sistema de coordenadas triangulares 33

CAPÍTULO 2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, ANÁLISE SENSORIAL E AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE SUCOS DE LARANJA INTEGRAL

Figura 1: Análise de componentes principais (ACP) dos resultados da análise físico-química (1a) e sensorial (1b) de sucos de laranja NFC 66

CAPÍTULO 3. EFEITO DA MATÉRIA-PRIMA SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA NA OBTENÇÃO DE FRUTAS ESTRUTURADAS COM ELEVADO CONTEÚDO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Figura 1: Frutas estruturadas elaboradas. (a): ensaio 1 (70% SL; 15% PU; 15% PG); (b): ensaio 2 (15% SL; 70% PU; 15% PG); (c): ensaio 3 (15% SL; 15% PU; 70% PG) 86

Figura 2: Diagrama ternários da superfície de reposta dos modelos quadráticos relativos aos conteúdos de ácido ascórbico (a), compostos fenólicos totais (b) e Hue (c) das frutas estruturadas 91

Figura 3: Diagramas ternários da superfície de reposta dos modelos cúbicos especiais relativos aos conteúdos de flavonoides amarelos (a) e à textura (b) das frutas estruturadas .. 94

Figura 4: Perfis (4a) e superfície de contorno (4b) para valores previstos de ácido ascórbico (AA), antocianinas totais (AT), flavonoides amarelos (FA), carotenoides totais (CT), compostos fenólicos totais (CFT) e atividade antioxidante total (AAT) em função em função das variáveis independentes suco de laranja e polpas de uva e goiaba 97

CAPÍTULO 4. FRUTA ESTRUTURADA ELABORADA COM SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, PERFIL SENSORIAL E ACEITABILIDADE

Figura 1: Ficha de avaliação das frutas estruturadas no teste de aceitação 112

Figura 2: Ficha com os descritores para a avaliação das frutas estruturadas por meio de RATA 113

Figura 3: Frutas estruturadas elaboradas. (a): ensaio 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG); (b): ensaio 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG); (c): ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG); (d): ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG) 115

Figura 4: Mapa de preferência interno das frutas estruturadas quanto ao atributo aceitação global. Ensaio 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG); Ensaio 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG); Ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG); Ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG)	120
Figura 5: Análise de componentes Principais (ACP) dos descritores avaliados nas frutas estruturadas	122

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1: Caracterização de alguns estudos envolvendo frutas estruturadas	36
--	----

CAPÍTULO 2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, ANÁLISE SENSORIAL E AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE SUCOS DE LARANJA INTEGRAL

Tabela 1: Descrição dos sucos de laranja NFC	55
---	----

Tabela 2: Caracterização físico-química dos sucos de laranja NFC	61
---	----

Tabela 3: Análise de aceitação sensorial dos sucos de laranja NFC	64
--	----

CAPÍTULO 3. EFEITO DA MATÉRIA-PRIMA SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA NA OBTENÇÃO DE FRUTAS ESTRUTURADAS COM ELEVADO CONTEÚDO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Tabela 1: Planejamento experimental centroide <i>simplex</i> para misturas ternárias com os teores de suco de laranja (SL), polpa de uva (PU) e polpa de goiaba (PG) representados por valores reais e pseudocomponentes	78
---	----

Tabela 2: Caracterização físico-química das matérias-primas	85
--	----

Tabela 3: Caracterização físico-química das frutas estruturadas	88
--	----

Tabela 4: Equações ajustadas para os parâmetros avaliados nas frutas estruturadas	89
--	----

CAPÍTULO 4. FRUTA ESTRUTURADA ELABORADA COM SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, PERFIL SENSORIAL E ACEITABILIDADE

Tabela 1: Proporções de matérias-primas utilizadas no desenvolvimento das frutas estruturadas com os teores de suco de laranja (SL), polpa de uva (PU) e polpa de goiaba (PG)	107
--	-----

Tabela 2: Caracterização físico-química das frutas estruturadas	116
--	-----

Tabela 3: Resultados dos descritores por meio da metodologia <i>RATA</i> e aceitação global das frutas estruturadas	119
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Ácido Ascórbico
ABTS	<i>2, 2'-azino-bis (3-ethylbenz-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt</i>
AAT	Atividade Antioxidante Total
ACP	Análise de Componentes Principais
Ag	Aceitação Global
Al	Aroma de Laranja
AT	Antocianinas Totais
Aw	Atividade de Água
C*	Croma
CATA	<i>Check-All-That-Apply</i>
CFT	Compostos Fenólicos Totais
CP	Componente Principal
C	Cor
CT	Carotenoides Totais
DPPH	<i>2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl</i>
EAG	Equivalente em Ácido Gálico
FA	Flavonoides Amarelos
FCOJ	<i>Frozen Concentrate Orange Juice</i>
FRAP	<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>
<i>h</i> (°)	Hue
<i>L</i> *	Luminosidade
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>
NFC	<i>Not From Concentrate</i>
PG	Polpa de Goiaba
PU	Polpa de Uva
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TEAC	<i>Trolox Equivalent Antioxidant Capacity</i>
RATA	<i>Rate-All-That-Apply</i>
SI	Sabor de Laranja
SL	Suco de Laranja
Qp	Quantidade de Polpa
U	Umidade
Tex	Textura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos Específicos	19
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA	21
1 Fruticultura.....	24
1.1 Suco de Laranja	26
1.1.1 Mercado de Suco de Laranja Integral	28
1.2 Polpa de Uva	29
1.3 Polpa de Goiaba	31
2 Desenvolvimento de Novos Produtos	32
2.1 Frutas Estruturadas	34
3 Análise Sensorial	38
4 Considerações Finais	41
Referências	41
CAPÍTULO 2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, ANÁLISE SENSORIAL E AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE SUCOS DE LARANJA INTEGRAL	51
RESUMO	51
ABSTRACT	52
1 INTRODUÇÃO	53
2 MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1 Material.....	55
2.2 Avaliação da rotulagem dos sucos de laranja NFC	55
2.3 Caracterização físico-química	56
2.4 Determinação de ácido ascórbico	56
2.5 Determinação de carotenoides totais	56
2.6 Extração e determinação de compostos fenólicos totais	57
2.7 Determinação da atividade antioxidante total	57
2.8 Determinação da cor instrumental	58
2.9 Análise de aceitação de sucos de laranja NFC	58
2.10 Análise estatística	59

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1 Rotulagem dos sucos de laranja NFC.....	59
3.2 Parâmetros físico-químicos, ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, carotenoides totais e cor instrumental de sucos de laranja NFC.....	60
3.3 Análise de aceitação de sucos de laranja NFC	63
3.4 Análise de componentes principais	65
3.5 Análise de correlação	67
4 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	68
CAPÍTULO 3. EFEITO DA MATÉRIA-PRIMA SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA NA OBTENÇÃO DE FRUTAS ESTRUTURADAS COM ELEVADO CONTEÚDO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE	73
RESUMO	74
1 INTRODUÇÃO	75
2 MATERIAL E MÉTODOS	77
2.1 Matéria-prima	77
2.2 Desenvolvimento de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba.....	77
2.3 Métodos	79
2.3.1 Ácido Ascórbico.....	80
2.3.2 Carotenoides totais	80
2.3.3 Antocianinas totais e flavonoides amarelos.....	80
2.3.4 Compostos fenólicos totais.....	81
2.3.5 Atividade antioxidante total	81
2.3.6 Análise de cor	82
2.3.7 Análise de textura	82
2.3.8 Umidade e atividade de água	83
2.4 Análise Estatística	83
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
3.1 Caracterização físico-química da matéria-prima.....	84
3.2 Caracterização físico-química das frutas estruturadas.....	85
3.3 Teste de desejabilidade.....	96
4. CONCLUSÃO.....	98
REFERÊNCIAS	98

CAPÍTULO 4. FRUTA ESTRUTURADA ELABORADA COM SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, PERFIL SENSORIAL E ACEITABILIDADE	104
RESUMO	104
1 INTRODUÇÃO	105
2 MATERIAL E MÉTODOS	106
2.1 Matéria-prima	106
2.2 Desenvolvimento de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba	107
2.3 Métodos	108
2.3.1 Ácido Ascórbico	108
2.3.2 Carotenoides totais	108
2.3.3 Antocianinas totais e flavonoides amarelos.....	108
2.3.4 Compostos fenólicos totais.....	108
2.3.5 Atividade antioxidante total	109
2.3.6 Análise de cor	110
2.3.7 Análise de textura	110
2.3.8 Umidade	110
2.4 Análise sensorial.....	111
2.4.1 Análise de aceitação de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba	111
2.4.2 Análise sensorial descritiva <i>Rate All That Apply (RATA)</i> de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba	112
2.5 Análise Estatística	114
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	115
3.1 Análise físico-química das frutas estruturadas	115
3.2 Análise de aceitação de fruta estruturada e análise sensorial descritiva <i>Rate All That Apply (RATA)</i>	118
4 CONCLUSÃO.....	124
REFERÊNCIAS	124
CONCLUSÕES GERAIS	128

1 INTRODUÇÃO GERAL

A extensão territorial brasileira e suas características edafoclimáticas permitem fazer da fruticultura de clima temperado e tropical uma das principais atividades do seu agronegócio. O país consolida-se como terceiro maior produtor mundial de frutas, com produção de 43,5 milhões de toneladas em 2017, além de apresentar uma das maiores biodiversidades do mundo, incluindo muitas espécies de frutas consideradas de sabor exótico e ricas em nutrientes, atraindo consumidores de todo o mundo.

O Brasil é líder na produção de laranja (*Citrus sinensis*), tendo apresentado em 2017, uma produção de 18,7 milhões de toneladas. Estima-se que 80% da produção nacional de laranja resultem em suco industrializado, dentre os quais vem se destacando o suco de laranja integral (NFC, *Not From Concentrate*), que é o suco sem adição de açúcar e aditivos, e na concentração natural da fruta.

O consumo de sucos de frutas, principalmente suco de laranja, tem aumentado em todo o mundo devido às mudanças nos hábitos dos consumidores, que buscam por alimentos saudáveis e praticidade de consumo em detrimento às bebidas carbonatadas e com alto valor calórico. O cenário de consumo doméstico que sempre foi de suco de laranja natural preparado na hora do consumo está mudando. Os consumidores estão passando a consumir suco de laranja integral industrializado. O Brasil tornou-se o ponto principal de crescimento de suco de laranja na América Latina, fato este impulsionado pelas pequenas empresas processadoras do suco que tem surgido nos últimos anos, fazendo com que haja uma grande variedade de marcas neste setor.

Os consumidores veem os sucos integrais bem com as polpas de frutas como as de uva e goiaba, como alimentos naturais, saborosos e saudáveis pela presença de compostos que exibem propriedades bioativas. Assim, as indústrias de alimentos e os centros de pesquisas tem buscado desenvolver novos produtos com apelo de saudabilidade aliado à praticidade de consumo. Um exemplo desta ocorrência são as frutas estruturadas, produtos obtidos do purê de uma única fruta, de uma combinação de diferentes frutas ou de uma mistura de suco de frutas, devidamente formulado para obtenção de um produto com adequado valor nutricional e sensorial, especialmente em relação à textura, cor e sabor. A aparência atrativa e diferenciada faz deste produto uma forma prática de aumentar o consumo de frutas, sendo considerados exemplos de alimentos saudáveis. Evidenciando-se como um produto bem estabelecido, particularmente no mercado norte-americano, o Brasil, ao contrário, ainda

apresenta um amplo e promissor mercado a ser explorado em relação às frutas estruturadas, principalmente pela grande variedade de matérias-primas que podem ser empregadas para o seu processamento.

O sucesso do desenvolvimento e comercialização de novos produtos, como as frutas estruturadas, requer a obtenção de informações sobre as características físico-químicas e sensoriais das mesmas. No caso das análises sensoriais, se faz necessária a análise de aceitação, bem como a de descrição do produto. Dentre as diversas técnicas descritivas, destaca-se a *Rate-all-that-apply – RATA*, em que há a coleta de informações sobre a percepção dos consumidores quanto às características sensoriais dos produtos e os mesmos avaliam a intensidade destas características.

Diante do exposto, demonstra-se que o suco de laranja integral, as polpas de uva e goiaba e os novos produtos com eles elaborados (frutas estruturadas) são relevantes opções ao mercado consumidor atual, que busca por produtos que ofereçam benefícios à saúde e características sensoriais agradáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros físico-químicos e a análise de aceitação de sucos de laranja integral comerciais e utilizar o suco de laranja integral para o desenvolvimento de frutas estruturadas juntamente com polpas de uva e goiaba, bem como a caracterização físico-química e análise do perfil sensorial (*RATA*) das frutas estruturadas.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar os parâmetros físico-químicos, sensoriais e da rotulagem de sucos de laranja integral.

Aplicar suco de laranja integral para o desenvolvimento de frutas estruturadas, bem como avaliar a influência das matérias-primas (suco de laranja e polpas de uva e goiaba) na obtenção de frutas estruturadas com elevado conteúdo de compostos bioativos e potencial antioxidante.

Avaliar a aceitação e descrever as características sensoriais das frutas estruturadas pela metodologia *Rate-all-that-apply* - *RATA*.

O presente trabalho foi organizado em quatro capítulos para melhor distribuição e entendimento dos assuntos abordados. O Capítulo 1 consiste em uma Revisão de Literatura dos temas elucidados nessa tese. O Capítulo 2 refere-se à avaliação físico-química, sensorial e de rotulagem de sucos de laranja integral comercial, o Capítulo 3 à avaliação do efeito das matérias-primas na obtenção de frutas estruturadas com elevado conteúdo de compostos bioativos e potencial antioxidante, e o Capítulo 4, à caracterização físico-química, perfil sensorial e aceitabilidade de frutas estruturadas elaboradas com suco de laranja e polpas de uva e goiaba.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

O consumo regular de frutas e hortaliças evoluiu de 33% em 2008 para 35,2% em 2016, de acordo com a Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel), feita pelo Ministério da Saúde e divulgada pelo Brazilian Fruit Yearbook (KIST *et al.*, 2018). Apenas um entre três adultos consumiram frutas e hortaliças em cinco dias da semana em 2016. A meta do Ministério é estimular o aumento em no mínimo 17,8% no consumo de frutas e hortaliças no presente ano (2019). Ainda que se verifique uma ingestão abaixo do recomendado no Brasil, de maneira geral o consumo de frutas tem aumentado tanto no mercado nacional, quanto no internacional, em virtude do reconhecimento do valor nutricional e terapêutico das mesmas, aliado aos novos hábitos dos consumidores resultante da preocupação com a relação entre dieta e saúde (RUFINO *et al.*, 2010).

Estudos clínicos e epidemiológicos demonstraram que o consumo de frutas e hortaliças tem importante papel na prevenção de uma série de doenças crônicas, como as patologias cardiovasculares, o diabetes, o Alzheimer, a catarata e alguns tipos de câncer (CARTER *et al.*, 2010; LIU, 2013; WANG *et al.*, 2011, 2014). O ácido ascórbico, os carotenoides e os compostos fenólicos presentes nas frutas estão entre os principais constituintes investigados quanto às possíveis alegações de propriedades funcionais, principalmente, por apresentarem atividade antioxidante (JIMENEZ-GARCIA *et al.*, 2013; PODSEDEK, 2007; SZAJDEK; BOROWSKA, 2008). Deste modo, verifica-se que o consumo de frutas e hortaliças é influenciado atualmente não apenas pelo sabor e pelas preferências pessoais, mas acima de tudo, pela preocupação com a saúde gerada pelo reconhecimento crescente da funcionalidade dos compostos bioativos que essas apresentam (DA SILVA *et al.*, 2014).

O ácido ascórbico é uma das mais importantes vitaminas hidrossolúveis presentes naturalmente nos alimentos. A maioria das plantas e animais é capaz de sintetizar o ácido ascórbico que requer. Os seres humanos, no entanto, não podem produzi-lo devido à falta da enzima gulonolactona oxidase (NAIDU, 2003). Assim, o ácido ascórbico necessário ao organismo humano, deve ser proveniente da ingestão de frutas e hortaliças, onde está amplamente distribuído, bem como de produtos formulados a partir dessas. Trata-se de uma vitamina essencial para a hidroxilação pós-tradução do colágeno, na biossíntese de carnitina, na conversão do neurotransmissor dopamina a norepinefrina, na amidação peptídica e no

metabolismo da tirosina. Além disso, muitos outros efeitos têm sido atribuídos ao ácido ascórbico, como a ação antioxidante (em que mesmo em pequenas quantidades, protege as células e os tecidos dos danos oxidativos), anti-aterogênica, anticarcinogênica e imunomoduladora (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007; JACOB; SOTOUDEH, 2002; LIU, 2013; NAIDU, 2003). A ação antioxidante do ácido ascórbico reside na habilidade que este componente bioativo tem em eliminar diferentes espécies de radicais livres, tais como os radicais superóxido e hidroxil, além de reduzir radicais tocoferóis a sua forma ativa nas membranas celulares, mantendo a sua integridade em células (KAUR; KAPOOR, 2001; PODSEDEK, 2007).

Segundo o *Institute of Medicine* (2000), a ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 90 mg/dia para homens e 75 mg/dia para mulheres, sendo que o limite de ingestão máximo tolerável é de 2 g/dia. A legislação brasileira vigente (BRASIL, 2012) regulamenta para que um alimento seja considerado “fonte” ou com “alto conteúdo” de vitaminas, o mesmo deve representar no mínimo 15% ou 30% da IDR (Ingestão Diária Recomendada), respectivamente, em 100 g ou 100 mL.

Dentre as frutas amplamente consumidas no Brasil consideradas fontes de ácido ascórbico tem-se a goiaba (*Psidium guajava* var. Paluma) (71,4 mg/100 g), o mamão (*Carica papaya* var. Formosa) (79,1 mg/100 g), a manga (*Magifera indica* var. Tommy Atkins) (16,2 mg/100 g) (OLIVEIRA *et al.*, 2011), a laranja (*Citrus sinensis*) (62,50 a 84,03 mg/100 mL) (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010), o caju (*Anacardium occidentale* L.) (104 a 121 mg/100 g) (ASSUNÇÃO; MERCADANTE, 2003), a mangaba (*Hancornia speciosa* G.) (96,3 mg/100 g) (ALMEIDA *et al.*, 2011), a acerola (*Malpighia emarginata*) (1357 mg/100 g) e o camu-camu (*Myrciaria dubia*) (1882 mg/100 g) (RUFINO *et al.*, 2010).

Os carotenoides são compostos notáveis por possuírem ampla distribuição na natureza, estruturas químicas diversas e funções variadas. Embora sejam micronutrientes, presentes em níveis muito baixos (microgramas por grama), os carotenoides estão entre os constituintes alimentícios mais importantes. São pigmentos naturais lipofílicos responsáveis pelas cores de amarelo a laranja ou vermelho de muitas frutas, hortaliças, flores, gema de ovo, crustáceos cozidos e alguns peixes. Participam da fotossíntese, conjuntamente com a clorofila, sendo que nas frutas o conteúdo de carotenoides aumenta com o processo de maturação devido à degradação da clorofila (LIU, 2013; PODSEDEK, 2007; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008; RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008; SUCUPIRA *et al.*, 2012).

Em termos de benefícios à saúde, os carotenoides tem recebido considerável atenção devido às funções fisiológicas únicas que apresentam, visto que alguns deles exibem atividade pró-vitamina A e antioxidante, especialmente contra o oxigênio *singlete* (LIU, 2013; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

Os principais carotenoides encontrados nos alimentos são β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina, licopeno, luteína e violaxantina. Estes carotenoides, com exceção da violaxantina, são também os mais comumente encontrados no plasma humano, e juntamente com a zeaxantina, os mais estudados em termos de benefícios a saúde (LIU, 2013; RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008). O licopeno, além de possuir ação contra o câncer de pulmão, esôfago e próstata, apresenta atuação na prevenção de patologias cardiovasculares. A zeaxantina e a luteína tem ganhado grande destaque, uma vez que constituem os carotenoides essenciais da região macular da retina humana. Assim, uma dieta rica nestes carotenoides está associada à redução dos riscos de desenvolvimento de catarata e degeneração macular (LIU, 2013; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008; ZANATTA; MERCADANTE, 2007).

As fontes ricas em carotenoides são as frutas palmáceas como o buriti (*Mauritia vinifera*) (364 μg β -caroteno/g), tucumã (*Astrocaryum vulgare*) (99 μg β -caroteno/g), bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) (59 μg β -caroteno/g) e umari (ou mari) (*Paraqueiba sericea*) (99 μg β -caroteno/g) (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

Os compostos fenólicos consistem em substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Encontram-se amplamente distribuídos no reino vegetal, englobando desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização. Podem ser pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente (LIU, 2013; SUCUPIRA *et al.*, 2012; WOOTTON-BEARD; RYAN, 2011). Podem ser classificados em flavonóides e não-flavonóides. Do primeiro grupo fazem parte as antocianinas, os flavonóis e os flavan-3-óis ou taninos, e ao segundo grupo pertencem os ácidos benzoicos, ácidos hidroxicinâmicos e os estilbenos (DA SILVA; LAGO-VANZELA; BAFFI, 2015). O resveratrol, polifenol pertencente à classe dos estilbenos, tem atraído atenção especial nas últimas décadas devido a sua ação antioxidante, anti-inflamatória, cardioprotetora e antitumoral, bem como inibidor de

agregação plaquetária (ABE *et al.*, 2007; SHEN; XU; SHENG, 2017). Demonstra ainda, efeito contra patologias como o Alzheimer e osteoartrite (WANG; CHEN; WANG, 2016).

Liu (2013) destaca que o consumo de compostos fenólicos em uma dieta habitual está intimamente relacionado à redução no risco de desenvolvimento de doenças crônicas como o câncer, as patologias cardíacas e o diabetes. Esta funcionalidade se dá, pois os compostos fenólicos são multifuncionais como antioxidantes, atuando de várias formas: combatendo os radicais livres por meio da doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila (OH) da sua estrutura aromática, que possui a capacidade de suportar um elétron desemparelhado por meio do deslocamento deste ao redor de todo o sistema de elétrons da molécula; quelando metais de transição, como o Ferro e o Cobre; interrompendo a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica; modificando o potencial redox do meio e reparando a lesão a moléculas atacadas por radicais livres (SUCUPIRA *et al.*, 2012).

Dentre as frutas tropicais brasileiras analisadas por Rufino *et al.* (2010) com quantidades consideráveis de compostos fenólicos totais estão o açaí (*Euterpe oleracea*) (454 mg equivalente em ácido gálico/100g), a acerola (*Malpighia emarginata*) (1063 mg mg equivalente em ácido gálico/100g), o camu-camu (*Myrciaria dúbia*) (1176 mg equivalente em ácido gálico/100g) e a jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) (440 mg equivalente em ácido gálico/100g).

1 Fruticultura

A produção mundial de frutas frescas tem apresentado crescimento contínuo, porém com volumes estáveis nos últimos anos. Estima-se que no mundo sejam produzidas cerca de 800 milhões de toneladas de frutas, em área de aproximadamente 61,4 milhões de hectares (TREICHEL *et al.*, 2016).

Segundo dados divulgados no Brazilian Fruit Yearbook (TREICHEL *et al.*, 2016) as principais frutas produzidas no mundo são banana, melancia, maçã, laranja e uva, que, juntas, responderam por 59% do volume total. Destas espécies, a campeã de produção foi a banana, com 139,1 milhões de toneladas. A melancia ficou em segundo lugar, com 105,4 milhões de toneladas. As posições seguintes foram ocupadas por maçã (76,4 milhões de toneladas), laranja (68,2 milhões de toneladas) e uva (67 milhões de toneladas).

A China ocupa a primeira colocação do *ranking* da produção mundial de frutas com desempenho gigantesco, de 250,9 milhões de toneladas, e a Índia, segunda colocada, com

89,9 milhões de toneladas de frutas produzidas em 2014. A China destaca-se principalmente pela produção de melancia, maçã, manga, melão, tangerina, pera, pêssego, nectarina e ameixa e a Índia, por produções expressivas de banana, coco, manga, abacaxi, limão/limas e castanha de caju (TREICHEL *et al.*, 2016).

O Brasil ocupa a terceira colocação com produção estimada em 43,5 milhões de toneladas de frutas (KIST *et al.*, 2018). O país é líder na produção de laranja, além de ser o segundo país com maior colheita de mamão e limão tahiti e, ainda, o terceiro na lista dos que mais colhem tangerinas (REETZ *et al.*, 2015).

A fruticultura brasileira vive um de seus momentos mais dinâmicos. Além da ampla variedade de espécies produzidas em todas as regiões do País, e nos mais diversos tipos de clima, o incremento da produtividade e as formas de apresentação e de industrialização colocam as frutas em destaque no agronegócio nacional (REETZ *et al.*, 2015).

Com extensão territorial de 8,5 milhões de km² e mais de duas dezenas de espécies de frutas de forte importância econômica e social, algumas delas com projeção regional, e outras com amplo mercado nacional e internacional, como a laranja, a uva e a goiaba, o Brasil tem investido em tecnologias que ampliaram a produtividade e a qualidade, fazendo dessas frutas importantes matérias-primas para as indústrias alimentícias na elaboração de novos produtos que garantem o apelo junto aos consumidores (KIST *et al.*, 2018).

A produção de frutas apresenta espaço em todos os estados do Brasil; porém, alguns se destacam em valores anuais. A fruticultura paulista responde por grande parte do resultado da produção brasileira de frutas. O Estado de São Paulo obteve R\$ 10,295 bilhões com a colheita de frutas em 2016, do total de R\$ 33,045 bilhões, em pouco mais de 540 mil hectares de área colhida. Esse valor corresponde ao total de 20 espécies de frutíferas. O segundo maior faturamento, de R\$ 4,062 bilhões, foi registrado pelos pomares do Estado da Bahia (308.913 hectares), seguidos por Minas Gerais (125.636 hectares), com R\$ 2,987 bilhões, e Rio Grande do Sul (148.928 hectares), com R\$ 2,455 bilhões. Uma das frutas mais produzidas pelo Brasil, a laranja, também respondeu por grande parte (59,2%) do valor da fruticultura paulista em 2016, seguida pela participação da banana (13,8%) e do limão (8,4%). Na Bahia, as principais contribuições foram de banana (34,8%), mamão (16,2%) e maracujá (9,3%). As frutas mais ofertadas pelos produtores mineiros foram banana (41%), laranja (18,8%) e abacaxi (12,0%). Maçã, uva e laranja foram responsáveis por 28,8%, 26,3% e 9,3%, respectivamente, do valor total do setor no Rio Grande do Sul (KIST *et al.*, 2018).

Dentre as frutas brasileiras, a laranja (*Citrus sinensis*) é a espécie cítrica de maior importância para o agronegócio do país, uma vez que, configura-se como o maior item de plantio, tendo apresentado, como estimativa para o ano de 2017, uma produção de aproximadamente 18,7 milhões de toneladas (KIST *et al.*, 2018). O estado de São Paulo foi responsável por aproximadamente 68,5% da produção de laranja neste mesmo ano, correspondendo a cerca de 12,8 milhões de toneladas da fruta.

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento cerca de 50% da produção mundial e 80% da produção nacional de laranja resulta em suco industrializado (MAPA, 2016). O suco de laranja continua sendo o grande destaque entre as frutas processadas, com um total de pouco mais de 1 milhão de toneladas exportadas em 2017 (KIST *et al.*, 2018). Das importações mundiais, 85% são absorvidas por apenas três mercados, sendo eles os Estados Unidos da América, a União Europeia e o Canadá, sendo a União Europeia o principal comprador do suco de laranja brasileiro (MAPA, 2016). O Brasil é líder na produção e exportação de suco de laranja concentrado e congelado (FCOJ – *Frozen Concentrate Orange Juice*), tendo por produção estimada, na safra 2017/2018, aproximadamente 1,2 milhões de toneladas (KIST *et al.*, 2018).

Atualmente, a indústria de frutas cítricas no Brasil vem explorando outros produtos para o escoamento da produção, além da produção do suco concentrado congelado (FCOJ). Dentre estes produtos, podemos destacar: o suco de laranja integral (suco sem adição de açúcar, e na concentração natural da fruta) e o suco de laranja reconstituído (suco obtido pela diluição de suco concentrado e desidratado, até concentração original do suco integral) (BRASIL, 2000). Além do suco, são extraídos da laranja óleos essenciais e aromas. O bagaço de citros, com alto valor energético, é um subproduto da indústria de alto valor agregado, destinado, sobretudo a alimentação animal (MAPA, 2016).

Devido a sua importância econômica no agronegócio nacional e internacional, e sua aceitação sensorial, este trabalho pretendeu avaliar sucos de laranja integral comerciais.

1.1 Suco de Laranja

Além da boa aceitação por toda a população mundial, importantes substâncias bioativas como ácido ascórbico, carotenoides e flavonóides, que possuem atividade antioxidante, são encontradas na laranja e no suco de laranja (STELLA *et al.*, 2011; VANAMALA *et al.*, 2006; VELÁZQUEZ-ESTRADA *et al.*, 2013). As frutas cítricas são fontes dos flavonoides hesperidina e naringinina, que podem atuar na proteção contra o câncer

e aterosclerose. Atuam ainda na redução do colesterol sanguíneo, inibição da oxidação da lipoproteína de baixa densidade (*Low Density Lipoprotein* – LDL) e ácidos graxos, redução da agregação plaquetária e exibem ação cardioprotetora indireta por exercer efeito supressor sobre as espécies reativas de oxigênio *in vitro* (BENAVENTE-GARCÍA *et al.*, 2007; CÉSAR *et al.*, 2010; GHANIM; MOHANTY; PATHAK, 2007; SILALAH, 2002; WHITMAN *et al.*, 2005).

Segundo a legislação Brasileira vigente (BRASIL, 2000) o suco integral de laranja deve apresentar as seguintes características físico-químicas: sólidos solúveis de 10,5 °Brix (mínimo), *ratio* de 7,0 (mínimo), açúcares totais naturais da laranja de 13,0 g/100 g (máximo), ácido ascórbico de 25 mg/100 g (mínimo) e 0,035% de óleos essenciais (mínimo). Além disso, deve possuir cor amarela, sabor e aroma próprios.

Na literatura consultada não são encontrados trabalhos científicos sobre a aceitação de sucos de laranja integral e sua relação com os parâmetros físico-químicos, entretanto, Stella *et al.* (2011) avaliaram a atividade antioxidante total, os compostos fenólicos totais e as características físico-químicas de sucos de laranja prontos para beber e néctares de laranja das marcas mais consumidas no Brasil e relataram uma grande variação entre sucos. A atividade antioxidante total (mensurada pela metodologia ABTS) variou para os produtos avaliados de 57,88 a 349,32 µmol TEAC/100 mL, os compostos fenólicos totais de 18,7 a 54,2 mg ácido gálico/100 mL e os conteúdos de sólidos solúveis, acidez total e açúcares totais de 11,5 a 13,5 °Brix, de 0,42 a 0,71 g ácido cítrico/100 mL e de 9,9 a 14,2 g glicose/100 mL, respectivamente. Para os autores, o conteúdo de ácido ascórbico foi o único parâmetro que demonstrou forte variação entre os diferentes produtos avaliados, variando de 8,2 a 67,2 mg/100 mL.

Roussos (2011) avaliou as características físico-químicas de sucos formulados com laranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana) produzidas sob dois sistemas de cultivo (pomar orgânico e integrado). Os sucos provenientes de laranjas nos sistemas orgânico e integrado, respectivamente, apresentaram conteúdo de carboidratos totais (91,5 e 82,2 g/L), ácido ascórbico (649,7 e 725,1 g/L), compostos fenólicos totais (964 e 1215 mg equivalente ácido tânico/L) e atividade antioxidante total (82 e 85 µmol de equivalente em trolox/mL) (pela metodologia FRAP), sendo considerados estatisticamente ($p > 0,05$) semelhantes. Marinho *et al.* (2015) avaliaram o conteúdo de ácido ascórbico em sucos de laranja (*Citrus sinensis*) convencionais e orgânicos comerciais. Os conteúdos de vitamina C variaram de

20,44 a 33,80 mg/100 g, fazendo com que os mesmos fossem caracterizados como fontes de ácido ascórbico.

1.1.1 Mercado de Suco de Laranja Integral

O cenário de consumo doméstico que sempre foi de suco natural preparado na hora do consumo está mudando. Os consumidores estão passando a consumir suco industrializado (suco de caixinha), tornando o Brasil o ponto principal de crescimento na América Latina em suco de laranja 100%, fato este impulsionado pelas pequenas empresas processadoras de suco de laranja integral que tem surgido nos últimos anos, fazendo com que haja uma grande variedade de marcas neste setor (ÍNDICE TETRA PAK, 2016).

Entre 2012 e 2015, o consumo de suco integral ou 100% em caixinhas no Brasil (incluindo água de coco) apresentou um aumento de 167 milhões para 361 milhões de litros, um crescimento anual de pouco menos de 30%. Ainda assim, o consumo *per capita* segue relativamente baixo, deixando muito espaço para mais crescimento. Até 2018, era previsto um consumo total de 492 milhões de litros, o que significa que o Brasil é um dos dez maiores mercados de suco 100% do mundo. Quase metade do suco consumido no país é integral pronto para consumo, destacando-se como principais sabores uva, pêssego e laranja (ÍNDICE TETRA PAK, 2016).

O suco de laranja integral, suco de laranja pronto para beber, 100% ou ainda NFC (*Not From Concentrate*) passou a ter maior destaque para o consumo em meados dos anos 2000 (CITRUS BR, 2014). Este tipo de suco apresenta características um pouco diferenciadas das do tradicional suco concentrado (FCOJ – *Frozen Concentrate Orange Juice*). Em vez de ter a água extraída no processamento para depois ser reconstituído após ser comprado por engarrafadores, esse suco é somente pasteurizado. Trata-se de um produto de qualidade superior em termos sensoriais, visto que se assemelha ao suco espremido na hora (CITRUS BR, 2014; JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011). O produto final é armazenado por até um ano, congelado ou resfriado. Este suco ocupa um volume cinco a seis vezes maior que o suco concentrado, portanto, o custo de armazená-lo resfriado é alto. Além disso, deve ser agitado periodicamente para evitar a separação entre o suco e os sólidos dissolvidos e manter a uniformidade dos sólidos solúveis. No Brasil, onde a maior parte do suco é destinada para exportação, os tanques assépticos são instalados nos terminais portuários. Para evitar a repasteurização do suco antes do embarque, foram desenvolvidas tecnologias que permitem o transporte em navios especialmente destinados para este fim (CITRUS BR, 2014). Não

existem estatísticas oficiais sobre o consumo nacional de NFC, entretanto, a indústria cítrica estima que entre 70.000 e 100.000 toneladas de suco de laranja sejam consumidas por ano (USDA, 2015).

O grande consumo e aceitação pelo suco de laranja integral fazem da sua utilização no desenvolvimento de uma barra estruturada, juntamente com outras frutas na forma de polpa, como uva e goiaba, viável e interessante. Este produto inovador agrega frutas em sua forma de maior consumo, além de apresentar diferentes compostos com propriedades bioativas.

1.2 Polpa de Uva

A uva (*Vitis* sp.), fruto da videira da família Vitaceae, foi introduzida no Brasil pelos portugueses, tendo a viticultura do país consolidado-se em meados do século XIX, com a introdução da cultivar de uva americana 'Isabel' (*V. labrusca*), acarretando na rápida substituição dos vinhedos de uvas europeias (*V. vinifera*). No século XX, as uvas finas voltam a ganhar expressão para produção de vinhos e para o consumo *in natura* (PROTAS; CAMARGO; DE MELLO, 2006).

O setor vitivinícola brasileiro é caracterizado pela diversidade, sendo formado por várias cadeias produtivas: uvas finas, americanas e híbridas para mesa, uvas para elaboração de vinhos finos, e uvas americanas e híbridas para a elaboração de vinhos de mesa e sucos (MAIA; RITSCHHEL, 2016). Para o consumo *in natura*, as variedades mais cultivadas são a Itália, Rubi, Brasil, *Benitaka*, *Red Globe*, *Centenial*, Festival, Niágara, Morena, Linda, Clara, *Red Meire* e *Thompson Seedles*. Para a produção de vinho citam-se a Bordô, Isabel, Niágara Branca e Rosa, além de *Cabernet Sauvignon*, *Merlot*, *Tannat*, *Riesling Chardonnay* e *Moscato Giallo* (IBRAF, 2007). As variedades de uvas sem sementes (apirêricas) têm despertado interesse dos produtores, dada a grande aceitação pelos mercados nacional e internacional, além de agregar valor ao produto. Dentre as cultivares sem sementes citam-se: *Superior Seedless*, *Thompson Seedless* e *Crimson Seedless*.

As demandas de cada cadeia produtiva de uva estão relacionadas com a adaptação de cultivares/variedades às diferentes regiões produtoras e com a qualidade da uva para finalidades específicas. O melhoramento genético tem contribuído para o avanço e o desenvolvimento do setor vitivinícola nacional por meio da obtenção de cultivares/variedades de uva para diferentes finalidades e adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras (MAIA; RITSCHHEL, 2016).

No Brasil, foram produzidas em 2017, aproximadamente 1,7 milhões de toneladas de uva em cerca de 78 mil hectares. As regiões produtoras estão concentradas, sobretudo no Sul do País, que representa 73,95% do total brasileiro, em especial no Rio Grande do Sul, que abrigou 62,58% da lavoura vitícola nacional (KIST *et al.*, 2018). No Rio Grande do Sul quase a totalidade da produção de uva destina-se à agroindústria do suco e do vinho, sendo essencialmente realizada por pequenos produtores de agricultura familiar. No Vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia) e em São Paulo destaca-se a produção de uvas de mesa (ANUÁRIO HF, 2016). A produção nacional de uvas destinadas ao processamento (vinho, suco e derivados) foi de aproximadamente 8 milhões de quilos em 2017, representando apenas 48,74% da produção nacional de uvas. O restante da produção (51,26%) foi destinado ao consumo *in natura* (KIST *et al.*, 2018).

A polpa da uva segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000) deve apresentar as seguintes características físico-químicas: sólidos solúveis de 14 °Brix (mínimo), pH de 2,9 (mínimo), acidez total de 0,41 g de ácido tartárico/100 g (mínimo), açúcares totais naturais da uva de 20 g/100 g (máximo) e sólidos totais de 15 g/100 g (mínimo). Além disso, deve possuir cor vinho, rosado ou translúcido (branco), sabor e aroma próprios.

O interesse em uvas e derivados tem aumentado nos últimos anos em função da presença de compostos que contribuem ou promovem a saúde humana, como os compostos fenólicos (DA SILVA; LAGO-VANZELA; BAFFI, 2015; SHEN; XU; SHENG, 2017; WANG; CHEN; WANG, 2016). As uvas são consideradas uma das maiores fontes de compostos fenólicos quando comparadas a outras frutas e vegetais. Abe *et al.* (2007) ao determinarem o conteúdo de compostos fenólicos (incluindo resveratrol e antocianinas) e a capacidade antioxidante de cinco cultivares de uvas produzidas em Minas Gerais, verificaram que o conteúdo de fenólicos totais, variou significativamente, entre 65 (cv. Moscato Embrapa) e 390 (cv. Folha de Figo 196-17) mg equivalentes de ácido gálico/100 g. O conteúdo de antocianinas totais variou entre 6,7 (cv. Niágara rosada IAC-766) e 154 (Folha de Figo 420A) mg equivalentes de cianidina/100 g. Outros flavonóides encontrados foram catequina, epicatequina, quercetina, caempferol além dos ácidos hidroxicinâmicos. O resveratrol foi encontrado em três cultivares, variando entre 0,022 (Niágara rosada IAC-766) e 0,60 (Syrah) mg/100 g. A atividade antioxidante total (mensurada pela metodologia DPPH) variou entre 2,7 e 19 µmol de equivalentes em trolox/g.

1.3 Polpa de Goiaba

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é nativa da América do Sul e se espalhou pelas regiões tropicais, levada pelos navegantes europeus. Apresenta agradável aroma e sabor peculiar, sendo consumida *in natura* e amplamente utilizada na indústria de processamento de sucos, polpa, néctares, gelatinas e sorvetes, bem como ingrediente na produção de geleias e iogurtes (BARBOSA; LIMA, 2010).

A polpa de goiaba, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000) deve apresentar as seguintes características físico-químicas: sólidos solúveis de 7 °Brix (mínimo), pH variando entre 3,5 e 4,2, acidez total de 0,4 g de ácido cítrico/100 g (mínimo), ácido ascórbico de 40 mg/100 g (mínimo), açúcares totais naturais da goiaba de 15 g/100 g (máximo) e sólidos totais de 9 g/100 g (mínimo). Além disso, deve possuir cor variável de branco a vermelho, sabor levemente ácido e próprio, bem como aroma próprio.

O comércio internacional da goiaba brasileira e seus derivados é tímido quando se compara a exportação brasileira de outras frutas, como a laranja. Tal ocorrência deve-se a preferência do consumidor estrangeiro pela goiaba de polpa branca, em desacordo com a tendência de produção nacional, direcionada à produção de goiaba de polpa vermelha, a fim de atender à preferência do consumidor brasileiro (BARBOSA; LIMA, 2010).

Dados da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (2017) indicam que no Brasil, em 2016, 17,1 hectares foram cultivados com goiabeiras, que produziram 415 toneladas de frutos. No Estado de São Paulo, maior produtor nacional, foram produzidos, no mesmo ano, 146,7 mil toneladas de frutos, valores que representam 35,4% da produção nacional. Neste estado a produção de goiabas para mesa é concentrada nas regiões próximas à capital (Valinhos, Vinhedo, Campinas, Atibaia e Mogi das Cruzes) e nas regiões de Mirandópolis, Pacaembu e Monte Alto. Goiabas para a indústria e/ou mesa são cultivadas principalmente nas regiões de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e São Carlos, com destaque para os municípios de Monte Alto, Taquaritinga, Itápolis, Urupês, Vista Alegre do Alto e São Carlos. Entre as cultivares disponíveis aos produtores brasileiros destacam-se: Kumagai, Pedro Sato, Sassaoka, Paluma, Rica e Século XXI (AGRIANUAL, 2010; BARBOSA; LIMA, 2010).

A busca pelo consumo de goiaba é atribuída, além de suas características sensoriais, ao elevado valor nutricional que a mesma apresenta. A fruta é importante fonte de ácido ascórbico, além de conter elevados conteúdos de vitamina A, vitaminas do complexo B, como

tiamina e niacina, sendo também rica em fibras e minerais (BARBOSA; LIMA, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Oliveira *et al.* (2011) avaliaram goiaba cv. Paluma e verificaram conteúdo de ácido ascórbico de 71,4 mg/100 g, de ácido deidroascórbico de 14,5 mg/100 g, de vitamina C de 85,9 mg/100 g, de licopeno de 6999,3 µg/100 g, e de β-caroteno de 366,3 µg/100 g. Os conteúdos de compostos fenólicos totais, por sua vez, corresponderam a 159,8 mg de equivalente em ácido gálico/100 g.

As polpas e os sucos de frutas configuram-se como importantes matérias-primas para as indústrias alimentícias na elaboração de novos produtos, a fim de disponibilizar o consumo de frutas durante todo o ano.

2 Desenvolvimento de Novos Produtos

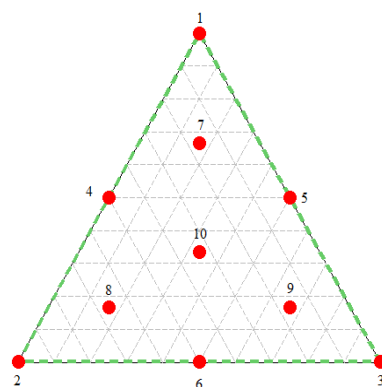
Os mercados nacional e internacional evidenciam uma demanda cada vez maior para o consumo de alimentos vegetais em virtude de suas propriedades nutricionais. Conseqüentemente, houve uma grande expansão da agroindústria de frutas e hortaliças, principalmente da indústria de sucos e polpas, as quais tem uma expressiva importância econômica no país (BRANCO; GASPARETTO, 2005).

O Brasil *Food Trends 2020* (2014) identificou as recentes exigências e tendências do mercado consumidor em relação aos alimentos, agrupando-as em cinco categorias: sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade e, por fim, sustentabilidade e ética. Portanto, associado ao processamento de frutas deve estar o apelo saudável e a conveniência (PANTOJA *et al.*, 2010). Esta é uma tendência atual do mercado globalizado e competitivo que induzem a necessidade de avanços tecnológicos e praticidade ao setor alimentício.

Para o desenvolvimento de novos produtos, vários planejamentos experimentais podem ser utilizados. Muitos trabalhos utilizam a metodologia de modelagem de mistura como meio para definir as proporções de matérias-primas ou componentes de interesse que serão estudados (BRAGA; CONTI-SILVA, 2015; DE SOUZA *et al.*, 2012; DUTCOSKY *et al.*, 2006; FARAONI *et al.*, 2012). Esta metodologia leva em consideração que as propriedades de uma mistura são determinadas pela proporção entre os componentes, e não pela sua quantidade total. As proporções de cada componente são dependentes e a soma de todas elas deve ser 100% (BARROS NETO; SCARMÍNIO; BRUNS, 2010). Pode-se ainda

estabelecer limites inferiores e superiores das proporções dos componentes nas misturas (FARAONI *et al.*, 2012). No caso de experimentos com misturas de três componentes, a região experimental, denominada *simplex*, pode ser representada com a utilização de triângulo equilátero (Figura 1), no qual cada vértice representa o componente puro, os lados representam misturas binárias e no interior estão as possíveis misturas ternárias.

Figura 1: Sistema de coordenadas triangulares



Fonte: Elaborado pelo autor

Derringer e Suich (1980) desenvolveram a função de desejabilidade para otimizar respostas múltiplas, uma ferramenta estatística muito empregada atualmente no desenvolvimento de novos produtos (DE JESUS FILHO *et al.*, 2018; GARCIA *et al.*, 2012; NATABIRWA *et al.*, 2018). Esta função estabelece critérios para a otimização de respostas combinadas (VERA-CANDIOTI *et al.*, 2014), pois a qualidade de um produto ou processo, que possui inúmeras características, é completamente inaceitável se fora do limite “desejável”.

Vieira, Rodrigues e Hubinger (2012) descreveram que o uso da função de desejabilidade oferece inúmeras vantagens como a possibilidade de combinar os resultados obtidos de propriedades com diferentes ordens de magnitude, a transformação de diferentes respostas para um dado resultado de forma simples, objetiva e rápida, e a possibilidade de usar respostas qualitativas e quantitativas.

De tal forma, o desenvolvimento de novos produtos pode ocorrer pela incorporação de pequenas melhorias aos produtos, como por exemplo, a variação de sabores e a inclusão ou associação de benefícios ao consumo dos mesmos. Neste contexto, as frutas estruturadas são relevantes alternativas para atender às exigências e tendências do mercado consumidor e agregar valor às frutas brasileiras.

2.1 Frutas Estruturadas

O conceito de alimento estruturado ou “designed food” ou “engineered food”, segundo Fizman e Duran (1992) citado por Grizotto, Aguirre e Menezes (2005), refere-se a alimentos que são delineados de acordo com um planejamento experimental, geralmente empregando-se matérias-primas de baixo custo, oriundas de frutas que se encontram fora de classificação para comercialização *in natura* ou excedentes de produção durante o período de safra, em muitos casos, utilizando-se hidrocolóides.

As frutas estruturadas são produtos obtidos de frutas *in natura*, purê, sucos ou polpas de frutas, devidamente formulados para obtenção de um produto com adequado valor nutricional e sensorial, especialmente em relação à textura, cor e sabor. São utilizados na estruturação hidrocolóides, como a pectina, que atuam como agentes geleificantes ou espessantes, capazes de ligar as moléculas de água, facilitando o corte e retendo a umidade, fatores estes, que contribuem para a melhoria da textura. Os produtos depois de estruturados são submetidos à secagem, até que uma consistência mastigável e agradável se desenvolva. A secagem acarreta boa estabilidade ao produto (AL-HINAI *et al.*, 2013; CARVALHO, 2007; CARVALHO *et al.*, 2011; GRIZOTTO; AGUIRRE; MENEZES, 2005).

A aparência atrativa e diferenciada das frutas estruturadas faz do produto uma forma prática de aumentar o consumo de frutas, sendo considerados exemplos de alimentos saudáveis (AL-HINAI *et al.*, 2013; DEMARCHI *et al.*, 2013; QUINTERO-RUIZ *et al.*, 2012). Esses produtos podem ser utilizados na formulação de produtos de confeitaria ou alimentos congelados, ou ainda consumidos na forma que se apresentam, como um *snack*, similarmente às barras de frutas (*fruit leather*) (GRIZOTTO *et al.*, 2005).

As frutas estruturadas são conhecidas em diversos países e vem sendo objeto de estudo por diversos pesquisadores (AZOUBEL *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2011; GRIZOTTO; AGUIRRE; MENEZES, 2005; GRIZOTTO *et al.*, 2005, 2006, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2010, 2012; SILVA; CARVALHO; PINTO, 2009) que tem demonstrado os diferentes procedimentos para a obtenção das frutas estruturadas e a viabilidade de fabricação deste produto. Várias frutas e temperaturas de secagem vêm sendo testadas para a elaboração deste tipo de produto, bem como uma ampla diversidade de aditivos alimentares (Tabela 1), ainda que se verifique uma tendência na formulação destes produtos sem a presença de aditivos (AZEREDO *et al.*, 2006). Os trabalhos desenvolvidos no Brasil têm objetivado principalmente o desenvolvimento de frutas estruturadas utilizando a rica variedade frutífera

que o país apresenta (Tabela 1), demonstrando um amplo e promissor mercado a ser explorado (CARVALHO *et al.*, 2011).

Os parâmetros tecnológicos relevantes no processo de estruturação de polpa concentrada de mamão (16 °Brix) foram investigadas utilizando um delineamento experimental associado à metodologia de superfície de resposta (GRIZOTTO *et al.*, 2005). As variáveis pectina e alginato foram estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) para aumentar a firmeza de fruta estruturada de mamão. As frutas estruturadas obtidas com os menores níveis de pectina (7 g/kg) e alginato (7 g/kg) apresentaram firmeza elevada, cerca de 2,4 vezes maior que o valor previsto pelo modelo, fato este, explicado pelos autores como devido a variações no pH da polpa de mamão. Os autores mostraram ser possível produzir fruta estruturada com conteúdo elevado de polpa de mamão concentrada (672 g/kg) e quantidade mínima de sacarose (364 g/kg). O glicerol na concentração de 100 g/kg suprimiu a atividade de água dos géis de polpa concentrada de mamão para 0,922. A secagem (60 °C/6 h) sob vácuo (0,8 kgf/kg) das frutas estruturadas minimizou o problema de adesividade superficial e, concomitantemente, promoveu redução na atividade de água, para níveis de umidade intermediária, em torno de 0,86.

Tabela 1: Caracterização de alguns estudos envolvendo frutas estruturadas.

Frutas	Aditivos Alimentares	Temperatura de Secagem	Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante	Análise Sensorial	Referência
Mamão	Pectina, mel, ácido cítrico	60 °C	CFT, FT, FRAP, DPPH e ABTS	Aceitação	ADDAI <i>et al.</i> , 2016
Tamarindo	Pectina, amido, maltodextrina e goma guar	70 °C	na	na	AL-HINAI <i>et al.</i> , 2013
Manga	-	60 e 80 °C	na	Aceitação	AZEREDO <i>et al.</i> , 2006
Maracujá do mato	Alginato, pectina, gelatina, sacarose e fosfato de cálcio	45 °C	na	Aceitação	AZOUBEL <i>et al.</i> , 2010
Açaí, teperebá e mamão	Alginato, pectina de baixa metoxilação, gelatina, glicerol, sacarose, fosfato de cálcio	45 °C	CT	Aceitação	CARVALHO, 2007
Mamão e cajá	Pectina de baixa metoxilação, gelatina, alginato de sódio, fosfato de cálcio bibásico, glicerina e sacarose	45 °C	CT	Aceitação	CARVALHO <i>et al.</i> , 2011
Umbu e Maracujá do mato	Pectina de baixa metoxilação, gelatina, alginato de sódio, fosfato de cálcio bibásico, glicerina e sacarose	45 °C	AA	na	CARVALHO <i>et al.</i> , 2014
Maçã	Sacarose, polidextrose, ácido cítrico, sucralose, metabissulfito de potássio	50, 60 e 70 °C	DPPH	na	DEMARCHI <i>et al.</i> , 2013
Mamão	Pectina de baixa metoxilação, alginato de sódio, fosfato de cálcio bibásico anidro, glucona-delta-galactona, glicerol e sacarose	60 °C	na	Aceitação	GRIZOTTO <i>et al.</i> , 2005, 2006
Abacaxi	Açúcar, alginato de sódio, pectina de baixa metoxilação, glicerol, fosfato de cálcio	60 °C	na	Aceitação	GRIZOTTO <i>et al.</i> , 2007

Cajá	Açúcar, alginato de sódio, pectina de baixa metoxilação, gelatina, glicerol e fosfato de cálcio	na	na	na	LINS <i>et al.</i> , 2014
Banana, abacaxi e maçã	-	60 e 80 °C	AA	Aceitação	OFFIA-OLUA; EKWUNIFE, 2015
Cupuaçu	Gelatina, pectina de baixa metoxilação, fosfato de cálcio bibásico anidro, glicerol e sacarose	50 °C	AA	Aceitação	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2010
Abacaxi	Pectina de baixa metoxilação, gelatina, Agar-ágar e alginato de sódio.	45 °C	AA	Aceitação	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2012
Maçã	Sacarose, ácido cítrico e metabissulfito de potássio	60 °C	ABTS	na	QUINTERO-RUIZ <i>et al.</i> , 2012
Rosa mosqueta	Sacarose e ácido cítrico	60 e 70 °C	CFT, ABTS	na	QUINTERO-RUIZ; DEMARCHI; GINER, 2014
Romã	Amido	50, 60 e 70 °C	AA, AT, CFT	na	YILMAZ <i>et al.</i> , 2017

AA: Ácido Ascórbico; ABTS, DPPH e FRAP (metodologias para quantificação de atividade antioxidante total); CFT: Compostos fenólicos totais; CT: Carotenoides Totais; FT: Flavonoides Totais; na: não avaliado. Fonte: Elaborado pelo autor.

Oliveira *et al.* (2010) elaboraram um estruturado a partir de polpa concentrada de cupuaçu e avaliaram o efeito da combinação de gelatina (5, 8 e 10%) e pectina de baixa metoxilação (2%). Segundo os autores foi possível estabelecer um procedimento tecnológico para a produção de fruta estruturada com polpa de cupuaçu e a associação de gelatina e pectina proporcionou a obtenção de géis de polpa estáveis, firmes e sem pegajosidade durante o toque. A secagem mostrou-se eficiente na produção de frutas estruturadas permitindo a obtenção de produtos estáveis sob o ponto de vista microbiológico, haja visto que os valores de atividade de água encontrados (0,55 a 0,60) qualificam todos os estruturados de cupuaçu como alimentos de baixa atividade de água. Todas as formulações apresentaram médias de aceitação superiores a 6,64, (em uma escala hedônica de 9 pontos) com destaque para a formulação com 10% de gelatina e 2% de pectina de baixa metoxilação, que, além de bem aceita (média para aparência de 8,37; aroma de 7,95; textura de 8,00; sabor de 8,10 e impressão global de 7,59), demonstrou maiores conteúdos de proteína (6,18%), fibra (5,59%) e vitamina C (24,39 mg/100g), o que indica, segundo os autores, o potencial de consumo do produto na forma em que se apresenta, além de ser considerado um produto conveniente e saudável.

Além das indústrias de alimentos inovarem e desenvolverem novos produtos e processamentos para atender os consumidores cada vez mais exigentes e instruídos, estas devem produzi-los com benefícios à saúde do consumidor e características sensoriais agradáveis (VIDIGAL *et al.*, 2011).

3 Análise Sensorial

Mattietto e Lopes (2011) relataram que apesar da procura dos consumidores por novos sabores, o sabor diferenciado de algumas misturas de frutas pode gerar certa rejeição dos indivíduos pouco familiarizados. De tal modo, informações sobre as características sensoriais dos alimentos são cruciais para o sucesso do desenvolvimento e comercialização de novos produtos. Essas informações podem ser obtidas empregando-se testes afetivos e descritivos (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965; JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011; STONE; SIDEL, 2004).

Os testes afetivos têm por objetivo conhecer a opinião de um determinado grupo de consumidores em relação a um ou mais produtos. Compreendem o teste de preferência, que mede a preferência dos consumidores de um determinado produto sobre os demais e o teste de

aceitação, que avalia o quanto os consumidores gostam ou desgostam de um ou mais produtos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1988). Com os resultados obtidos no teste de aceitação calcula-se a média e quando se avalia mais de um produto realiza-se análise de variância (ANOVA) e um teste de média (STONE; SIDEL, 2004). No entanto, o cálculo da média reduz a validade dos resultados, pois admite que os consumidores apresentam o mesmo comportamento em relação ao produto avaliado (BEHRENS; SILVA; WAKELING, 1999). Por outro lado, a técnica de Mapa de Preferência Interno que é a representação gráfica das diferenças de aceitação entre os produtos avaliados, leva em consideração a resposta individual, o que permite identificar a preferência de cada consumidor em relação aos produtos avaliados (BEHRENS; SILVA; WAKELING, 1999; MACFIE; THOMSON, 1988).

Os testes descritivos também são importantes, visto que descrevem os novos produtos. Dentre eles tem-se: a avaliação de atributos, testes de escalas, o perfil de textura, o perfil de sabor, a análise descritiva quantitativa, o perfil livre, o tempo-intensidade e o teste da amostra única (DUTCOSKY, 2013; DUTCOSKY *et al.*, 2006; MINIM, 2016). Dentre as diversas técnicas descritivas de análise sensorial de alimentos, o método *RATA (Rate-All-That-Apply)* se destaca. Tal técnica é uma variante do *CATA (Check-All-That-Apply)* (GIACALONE; HEDELUND, 2016).

A metodologia *Check-All-That-Apply (CATA)* é a técnica que mais vem sendo utilizada para coletar informações sobre a percepção dos consumidores acerca das características sensoriais dos produtos (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018). A técnica *CATA* consiste em apresentar aos avaliadores uma lista pré-definida de descritores (palavras ou frases), na qual os mesmos devem assinalar os descritores que acharem apropriados para descrever o produto (ARES *et al.*, 2014b; GIACALONE; HEDELUND, 2016). Os termos desta lista podem ser gerados por um painel de avaliadores treinados ou por um grupo de consumidores, ao testar o produto (por exemplo, em um grupo de foco). Os descritores não são limitados aos atributos sensoriais do produto, mas também podem estar relacionados ao uso do produto ou ao conceito em que se encaixam.

Como as respostas *CATA* estão diretamente ligadas à percepção dos consumidores das características do produto, essas respostas podem ser utilizadas como dados suplementares, para maximizar a aceitação dos produtos (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018). Além disso, a principal vantagem desta metodologia é que ela permite que múltiplas opções sejam selecionadas, em vez de limitar os questionados a selecionar apenas uma resposta ou forçar os consumidores a focar sua atenção e avaliar um atributo específico (VARELA; ARES, 2012).

Este método mostrou várias vantagens em termos de reprodutibilidade e rapidez, que contribuíram para o aumento da sua popularidade (GIACALONE; HEDELUND, 2016). De tal forma, vários autores têm relatado com sucesso o uso desta metodologia para análise de alimentos: iogurte (ARES *et al.*, 2014c; CRUZ *et al.*, 2013; ESMERINO *et al.*, 2017), maçã e morango (ARES; JAEGER, 2013), sobremesa a base de leite (JAEGER *et al.*, 2013), chocolate (ARES *et al.*, 2010), bebidas em pó sabor laranja (ARES *et al.*, 2011), salsicha (DOS SANTOS *et al.*, 2015), queijo minas frescal (OLIVEIRA *et al.*, 2017), requeijão (TORRES *et al.*, 2017) e sorvete (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010). Estes estudos relataram que o *CATA* é um método simples e confiável para coletar informações a cerca da percepção dos consumidores sobre as características sensoriais de produtos alimentícios, permitindo a obtenção de informações semelhantes às fornecidas pela análise descritiva clássica com consumidores treinados (ARES *et al.*, 2014b).

Por outro lado, as perguntas do *CATA* apresentam algumas limitações, sendo as mais relevantes: produz dados dicotômicos (1/0) que podem não ter capacidade suficiente de discriminação entre amostras com diferenças sensoriais relativamente sutis, e não permite que sejam medidas as intensidades dos atributos apresentados na lista (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018; GIACALONE; HEDELUND, 2016).

A fim de solucionar essas deficiências, foi proposto uma variante baseada na classificação do *CATA*, uma abordagem referida como "Rate-All-That-Apply" ou *RATA*, em que além da possibilidade dos participantes selecionarem os termos que eles julgarem como aplicáveis ao produto avaliado, há a possibilidade de atribuírem uma nota de intensidade, utilizando escalas categóricas de três ou cinco pontos (ARES *et al.*, 2014a). Na escala de três pontos, os consumidores atribuem notas de acordo com a intensidade, sendo o número um referente ao termo "baixo", o número dois, ao termo "médio" e o número três, ao termo "muito". A escala de cinco pontos, por sua vez, avalia e mensura a aplicabilidade ancorada nos termos "não aplicável" e "muito aplicável". A metodologia propõe o uso de escalas com poucos pontos a fim de não perder a característica do método original, que reside na facilidade de uso pelos consumidores (ARES *et al.*, 2014a).

Os dois métodos, *CATA* e *RATA* fornecem informações semelhantes (ARES *et al.*, 2014a; REINBACH *et al.*, 2014), mas o *RATA* permite maior capacidade discriminativa (GIACALONE; HEDELUND, 2016).

4 Considerações Finais

Diante do exposto, ressalta-se que o suco de laranja integral e as polpas de uva e goiaba apresentam diferentes sabores e compostos com propriedades bioativas, tornando-se excelentes matérias-primas para o desenvolvimento de novos produtos. A estruturação de frutas representa a obtenção de um novo produto com valor agregado e que oferece ao mercado consumidor uma diversificação nas formas de consumo de produtos de frutas, sendo necessária sua caracterização físico-química e sensorial.

Referências

- ABE, L. T. *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.
- ADDAI, Z. R. *et al.* Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 73-82, 2016.
- AGRIANUAL 2010. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo. FNP Consultoria & Agroinformativo, p. 344, 2010.
- ALCANTARA, M.; FREITAS-SÁ, D. G. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.
- AL-HINAI, K. Z. *et al.* Instrumental texture profile analysis of date-tamarind fruit leather with different types of hydrocolloids. **Food Science and Technology Research**, v. 19, n. 4, p. 531-538, 2013.
- ALMEIDA, M. M. B. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155-2159, 2011.
- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965.
- ANUÁRIO HF. Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015. **Campo & Negócios**, p. 108-116, 2016.
- ARES, G. *et al.* Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 67–86, 2010.
- ARES, G. *et al.* Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orange-flavoured powdered drinks. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, p. 1600–1608, 2011.
- ARES, G. *et al.* Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87–95, 2014a.

ARES, G. *et al.* Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 135–141, 2014b.

ARES, G. *et al.* Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 65–76, 2014c.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, p. 141–153, 2013.

ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acid from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.): variety and geographic effects. **Food Chemistry**, v. 81, p. 495–502, 2003.

AZEREDO, H. M. C. *et al.* Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 635–638, 2006.

AZOUBEL, P. M. *et al.* Processo agroindustrial: aproveitamento da polpa de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*) para a fabricação de estruturado de frutas. **Comunicado Técnico 143**, Embrapa, Dezembro, 2010.

BARBOSA, F. R.; LIMA, M. F. **A cultura da goiaba**. 2ª edição. Revista ampliada. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

BARROS NETO, B.; SCARMÍNIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como Fazer Experimentos**. Porto Alegre, Editora Bookman, 2010.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 2, v. 2, 1999.

BENAVENTE-GARCÍA, O. *et al.* Beneficial action of *Citrus* flavonoids on multiple cancer-related biological pathways. **Current Cancer Drug Targets**, v. 7, p. 795-809, 2007.

BRAGA, H. F.; CONTI-SILVA, A. C. Papaya nectar formulated with prebiotics: Chemical characterization and sensory acceptability. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 854-860, 2015.

BRANCO, I. G.; GASPARETTO, C. A. Comportamento reológico de misturas de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura utilizando modelo de Casson. **Brazilian Journal of Food and Technology**, v. 8, n. 2, p. 183-189, 2005.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. 2014. Disponível em:
http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html. Acesso em: 09 dez. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 13 de novembro de 2012. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas e Sucos Tropicais. Instrução Normativa nº 01, de 07/01/2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.

CARTER, P. *et al.* Fruit and vegetables intake and incidence on type 2 diabetes mellitus: systematic review and meta-analysis. **British Medical Journal**, v. 341, p. 1-8, 2010.

CARVALHO, A. V. *et al.* Avaliação do efeito da combinação de pectina, gelatina e alginato de sódio sobre as características de gel de fruta estruturada a partir de “mix” de polpa de cajá e mamão, por meio da metodologia de superfície de resposta. **Acta Amazônia**, v. 41, n. 2, p. 267-274, 2011.

CARVALHO, A. V. *et al.* Fruta estruturada mista de umbu e maracujá-do-mato. **Comunicado Técnico 248**, Junho, 2014.

CARVALHO, A. V. Otimização dos parâmetros tecnológicos para a produção de estruturados de frutas funcionais a partir de polpa de açaí e “mix” de teperebá com mamão. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, **Documentos 206**, 2007.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, p. 441-449, 2007.

CÉSAR, T. B. *et al.* Suco de laranja reduz o colesterol em indivíduos normolipidêmicos. **Revista de nutrição**, v. 23, p. 779-789, 2010.

CITRUS BR. **Retrato da citricultura brasileira**. 2014. Disponível em: http://www.citrusbr.com.br/download/Retrato_Citricultura_Brasileira_Marcos_Fava.pdf. Acesso em: 16 dez. 2014.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, supl.1, p. 15-19, 2010.

CRUZ, A. G. *et al.* Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. **Food Research International**, v. 54, p. 601–610, 2013.

DA SILVA, L. M. R. *et al.* Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014.

DA SILVA, R.; LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A. **Uvas e Vinhos: Química, Bioquímica e Microbiologia**. 1ª Edição. Editora Unesp e Editora SENAC, São Paulo, 2015.

DE JESUS FILHO, M. *et al.* Banana liqueur: Optimization of the alcohol and sugar contents, sensory profile and analysis of volatile compounds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 97, p. 31–38, 2018.

DE SOUZA, V. R. *et al.* Multivariate approaches for optimization of the acceptance: optimization of a brazilian cerrado fruit jam using mixture design and parallel factor analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 417–424, 2012.

- DEMARCHI, S. M. *et al.* Effect of temperature on hot-air drying rate and on retention of antioxidant capacity in apple leathers. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, p. 310-318, 2013.
- DERRINGER, G.; SUICH, R. Simultaneous-optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, p. 214-219, 1980.
- DOOLEY, L.; LEE, Y. S.; MEULLENET, J. F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 394-401, 2010.
- DOS SANTOS, B. A. *et al.* Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: Comparison with trained panel. **Food Research International**, v. 76, p. 725-734, 2015.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª Edição revista e ampliada. Curitiba: Champagnat, 2013.
- DUTCOSKY, S. D. *et al.* Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, v. 98, p. 630-638, 2006.
- ESMERINO, E. *et al.* Consumer-based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): A comparative case with Greek yogurt samples. **Food Research International**, v. 99, p. 375-384, 2017.
- FARAONI, A. S. *et al.* Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 911-917, 2012.
- FIZMAN, S.; DURAN, L. Effect of fruit pulps and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, v. 17, n. 1, p. 11-17, 1992.
- GARCIA, M. C. *et al.* Application of roasted rice bran in cereal bars. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, p. 718-724, 2012.
- GHANIN, H.; MOHANTY, P.; PATHAK, R. Orange juice or fructose intake does not induce oxidative and inflammatory response. **Diabetes Care**, v. 30, p. 1406-1411, 2007.
- GIACALONE, D.; HEDELUND, P. I. Rate-all-that-apply (RATA) with semi-trained assessors: An investigation of the method reproducibility at assessor-, attribute- and panel-level. **Food Quality and Preference**, v. 51, p. 65-71, 2016.
- GRIZOTTO, R. K. *et al.* Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 709-714, 2006.
- GRIZOTTO, R. K. *et al.* Otimização via metodologia de superfície de respostas dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.1, p. 158-164, 2005.
- GRIZOTTO, R. K. *et al.* Technological aspects for restructuring concentrated pineapple pulp. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, p. 759-765, 2007.

GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J. M.; MENEZES, H. C. Frutas estruturadas de umidade intermediária obtidas de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 691-697, 2005.

IBRAF. **Instituto Brasileiro de Fruticultura**. Da uva ao vinho – Frutas e derivados. Ano 2, 8ª Edição, dezembro, 2007.

ÍNDICE TETRA PAK. **Insights e oportunidades associadas ao suco 100% - Uma visão global**. Edição 9, 2016.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington (DC): National Academic Press, 2000.

JACOB, R. A.; SOTOUDEH, G. Vitamin C function and status in chronic disease. **Nutrition in Clinical Care**, v. 5, p. 66–74, 2002.

JAEGER, S. R. *et al.* Check-all-that-apply (CATA) responses elicited by consumers: Within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference**, v. 30, p. 56–67, 2013.

JANZANTTI, N. S.; MACHADO, T. V.; MONTEIRO, M. Sensory acceptance of juice from FCOJ processing steps. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 322-330, 2011.

JIMENEZ-GARCIA, S. N. *et al.* Functional properties and quality characteristics of bioactive compounds in berries: biochemistry, biotechnology and genomics. **Food Research International**, v. 54, p. 1195-1207, 2013.

KAUR, C.; KAPOOR, H. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, p.703-725, 2001.

KIST, B. B. *et al.* **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

LINS, A. C. A. *et al.* Effect of hydrocolloids on the physicochemical characteristics of yellow mombin structured fruit. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 456-463, 2014.

LIU, R. H. Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. **American Society for Nutrition**, v. 4, p. 384–392, 2013.

MACFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Preference Mapping and Multidimensional Scaling**. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.) *Sensory Analysis of Foods*, 2nd ed., Elsevier: London, 1988.

MAIA, J. D.; RITSCHER, P. **Novas cultivares de videiras para a elaboração de suco e para mesa**. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130383/1/maia-xivenfrute-palestras-p81-90-jul20150001.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016. **Cultura Citrus - Saiba mais**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus/saiba-mais>. Acesso em: 31 mar. 2016.

- MARINHO, P. *et al.* Determinação do conteúdo de ácido ascórbico em sucos de laranja (*Citrus sinensis*) convencionais e orgânicos. **Journal of Fruits and Vegetables**, v. 1, n. 1, p. 61-66, 2015.
- MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. Bebidas mistas a partir de frutas da Amazônia. In: VENTURINI FILHO, W. G. *et al.* **Indústria de bebidas: inovação, gestão e produção**. São Paulo: Blucher, 2011.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Consumer test and in-house panel acceptance tests. In: MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. Florida: CRC Press Inc., 1988. p. 119-141.
- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial Descritiva**. 1ª Edição. Viçosa, MG: Editora UFV, 2016.
- NAIDU, K. A. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? Na overview. **Nutrition Journal**, v. 2, p. 1-10, 2003.
- NATABIRWA, H. *et al.* Optimization of Robal extrusion conditions and bean extrudate properties using response surface methodology and multi-response desirability function. **LWT - Food Science and Technology**, v. 96, p. 411-418, 2018.
- OFFIA-OLUA, B.; EKWUNIFE, O. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (*Musa pumila*), banana (*Musa sapientum*), pineapple (*Ananas comosus*). **Nigerian Food Journal**, v. 33, p. 22-28, 2015.
- OLIVEIRA, D. S. *et al.* Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 33, p. 88-98, 2011.
- OLIVEIRA, E. W. *et al.* Reformulating Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal of Dairy Science**, v. 100, 2017.
- OLIVEIRA, J. A. R. *et al.* Elaboração e caracterização de estruturado obtido de polpa concentrada de cupuaçu. **Revista Ciências Agrárias**, v. 53, n. 2, p. 164-170, 2010.
- OLIVEIRA, J. A. R. *et al.* Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 23-31, 2012.
- PANTOJA, L. *et al.* Polpas e sucos de frutas da Amazônia. In: VENTURINI FILHO, W. G. *et al.*, **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010.
- PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, P. 1-11, 2007.
- PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; DE MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: regiões tradicionais e pólos emergentes. **Informe Agropecuário**, v. 27, p. 7-15, 2006.
- QUINTERO-RUIZ, N. *et al.* Evaluation of quality during storage of apple leather. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, p. 485-492, 2012.

QUINTERO-RUIZ, N.; DEMARCHI, S.; GINER, S. Effect of hot air, vacuum and infrared drying methods on quality of rose hip (*Rosa rubiginosa*) leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 1799–1804, 2014.

REETZ, E. R. *et al.* **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015.

REINBACH, H. C. *et al.* Comparison of three sensory profiling methods based on consumer perception: CATA, CATA with intensity and Napping®. **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 160–166, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington, DC: OMNI Research, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. *et al.* Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid Composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, p. 445–463, 2008.

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

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook of Carotenoids Analysis**. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004.

ROUSSOS, P. A. Phytochemicals and antioxidant capacity of orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana) juice produced under organic and integrated farming system in Greece. **Scientia Horticulturae**, v. 129, p. 253-258, 2011.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1022, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Goiaba**, outubro, 2017.

SHEN, Y.; XU, Z.; SHENG, Z. Ability of resveratrol to inhibit advanced glycation end product formation and carbohydrate-hydrolyzing enzyme activity, and to conjugate methylglyoxal. **Food Chemistry**, v. 216, p. 153-160, 2017.

SILALAH, J. Anticancer and health protective properties of citrus fruit Components. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, v. 11, p.79–84, 2002.

SILVA, P. A.; CARVALHO, A. V.; PINTO, C. A. Elaboração e caracterização de fruta estruturada mista de goiaba e cajá. **Revista Ciências Agrárias**, n. 51, p. 99-113, 2009.

STELLA, S. P. *et al.* Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 392-397, 2011.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory Evaluation Practices**. 3. ed. New York: Academic Press. 2004.

SUCUPIRA, N. R. *et al.* Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científico. Ciência, Biologia e Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.

SZAJDEK, A.; BOROWSKA, E. J. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 63, p. 147-156, 2008.

TORRES, F. R. *et al.* Rapid consumer-based sensory characterization of requeijão cremoso, a spreadable processed cheese: Performance of new statistical approaches to evaluate check-all-that-apply data. **Journal of Dairy Science**, v. 100, 2017.

TREICHEL, M. *et al.* **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016.

USDA. **Brazil citrus semi-annual**. 2015. Disponível em: http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Citrus%20Semi-annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_6-16-2015.pdf. Acesso em: 27 abr. 2016.

VANAMALA, J. *et al.* Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 157–166, 2006.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, p. 893–908, 2012.

VELÁZQUEZ-ESTRADA, R. M. *et al.* Influence of ultra high pressure homogenization processing on bioactive compounds and antioxidant activity of orange juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 18, p. 89–94, 2013.

VERA-CANDIOTI, L. *et al.* Experimental design and multiple response optimization. Using the desirability function in analytical methods development. **Talanta**, v. 124, p. 123–138, 2014.

VIDIGAL, M. C. T. R. *et al.* Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciariadubia*), Cajá (*Spondiliasintea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, v. 44, p. 1988-1996, 2011.

VIEIRA, G. S.; RODRIGUES, L. M. P.; HUBINGER, M. Optimisation of osmotic dehydration process of guavas by response surface methodology and desirability function. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 132–140, 2012.

WANG, Q. *et al.* Consumption of fruit, but not vegetables, may reduce risk of gastric cancer: Results from a meta-analysis of cohort studies. **European Journal of Cancer**, v. 50, n. 8, p. 1498-1509, 2014.

WANG, S. *et al.* How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 14-22, 2011.

WANG, Z.; CHEN, Y.; WANG, D. Resveratrol, a natural antioxidant, protects monosodium iodoacetate-induced osteoarthritic pain in rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 83, p.763–770, 2016.

WHITMAN, S. *et al.* Nobiletin, a citrus flavonoid isolated from tangerines, selectively inhibits class A scavenger receptor-mediated metabolism of acetylated LDL by mouse macrophages. **Atherosclerosis**, v. 178, p. 25-32, 2005.

WOOTTON-BEARD, P.; RYAN, L. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. **Food Research International**, v. 44, p. 3135–3148, 2011.

YILMAZ, F. M. *et al.* The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 33–40, 2017.

ZANATTA, C. F.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu–camu (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, v. 101, p.1526–1532, 2007.

CAPÍTULO 2

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, ANÁLISE SENSORIAL E AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE SUCOS DE LARANJA INTEGRAL

Lara Borghi Virgolin; Andressa Andreati Trivelato; Natalia Soares Janzantti

Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, São José do Rio Preto, SP, Brasil. Autor correspondente: Natália Soares Janzantti. Telefone: +55 17 32212495. Endereço de E-mail: natalia.soares-janzantti@unesp.br

RESUMO

O Brasil é líder na produção de laranja e quase a totalidade desta produção resulta em suco industrializado, dentre os quais vem se destacando o suco de laranja integral (NFC, *Not From Concentrate*). O aumento na produção e consumo de suco de laranja NFC no Brasil e no mundo está associada ao seu sabor, semelhante ao suco espremido na hora, bem como a presença de compostos bioativos e à praticidade. Estes fatos não só impulsionaram as grandes indústrias cítricas, que exportam todo o suco produzido, como também as pequenas empresas processadoras de suco de laranja NFC que tem surgido nos últimos anos, fazendo com que haja uma grande variedade de marcas neste setor no Brasil. O objetivo deste trabalho foi realizar avaliação da rotulagem, físico-química e sensorial de sucos de laranja NFC comercial a fim de verificar quais são os parâmetros que direcionam a aceitação sensorial deste produto e que devem ser considerados pelas indústrias produtoras de suco de laranja. Quanto à rotulagem, os rótulos de suco de laranja NFC comercial atenderam à legislação brasileira vigente. Houve diferenças estatísticas significativas para todos os parâmetros físico-químicos, com variações expressivas nos conteúdos de ácido ascórbico e carotenoides totais dentre as sete marcas comerciais de sucos de laranja NFC avaliadas. Dois sucos apresentaram conteúdo de sólidos solúveis abaixo do estabelecido pela legislação brasileira vigente. Verificou-se que o consumo de suco de laranja é motivado especialmente pelo fato de os consumidores gostarem da fruta, por ser um alimento natural e devido à qualidade do produto. Os sucos de laranja NFC comerciais foram aceitos pelos consumidores (n=92), com exceção de dois sucos, que apresentaram médias de aceitação abaixo de 5 (termo “nem gostei, nem desgostei”) para aroma e sabor de laranja, quantidade de polpa e aceitação global. Duas marcas comerciais de suco de laranja NFC apresentaram as maiores médias de aceitação para

cor, aroma de laranja e sabor de laranja, e aceitação global, além disso, foram descritos como semelhantes ao suco natural (“espremido na hora”). Os sucos de laranja NFC obtidos pelo processo térmico de pasteurização foram os mais aceitos em relação aos obtidos pelo processo térmico de esterilização. A maior aceitação sensorial dos sucos NFC, pelos consumidores, está associada aos menores conteúdos de açúcares redutores e totais, maior *ratio*, a presença de gomos, aroma e sabor de laranja semelhantes ao suco natural, além das cores mais vivas e laranja.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*. Suco integral. Rotulagem. Compostos bioativos. Aceitação sensorial.

ABSTRACT

Brazil is a leader in the production of orange juice and almost all of this processing is on an industrial scale. A major product in this sector is not-from-concentrate (NFC) pure orange juice. Increases in the production and consumption of NFC orange juice in Brazil and around the world are associated with its flavor, which is similar to that of freshly squeezed orange juice, as well as with the presence of bioactive compounds. In recent years, these factors have spurred not only large citrus processing plants and processors that export all of the juice they produce, but also small-scale NFC orange juice producers around Brazil. The result of these changes is a wide variety of orange juice brands on the Brazilian market. The objective of this study was to evaluate the labels, chemistry, and sensory acceptability of commercial NFC orange juices, in order to verify which are the parameters that guide the sensorial acceptance of this product and that should be considered by the orange juice producing industries. The labels on the brands chosen were found to comply with current Brazilian legislation. The brands differed significantly in their chemical parameters, with substantial variations in ascorbic acid content and total carotenoids between the seven commercial NFC orange juice brands evaluated herein. Two brands were found to have soluble solid contents below the levels established by the current Brazilian legislation. It was found that orange juice consumption is largely motivated by the fact that consumers like the fruit, by the fact that it is a natural food, and by consumers' concern with maintaining healthy habits. The consumers in this study (n = 92) accepted almost all of the commercial NFC orange juice brands evaluated. Two brands, however, received acceptability scores below 5 (“I neither liked nor disliked it”) on orange aroma and flavor, pulp quantity, and overall acceptability. Two commercial NFC orange juice brands received the highest acceptability

scores for color, orange aroma, orange flavor, and overall acceptability; these two were also described as being similar to freshly squeezed orange juice. The NFC orange juice obtained by the thermal pasteurization process was the most accepted in relation to that obtained by the thermal sterilization process. The greater sensory acceptance of NFC juices by consumers is associated with lower contents of reducing and total sugars, higher ratio, the presence of buds, aroma and orange flavor similar to natural juice, as well as more vivid and orange colors.

Keywords: *Citrus sinensis*. Pure juice. Labeling. Bioactive compounds. Sensory acceptability.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de sucos de frutas, principalmente os prontos para beber, tem aumentado em todo o mundo devido às mudanças nos hábitos dos consumidores, que buscam por alimentos saudáveis e praticidade de consumo em detrimento às bebidas carbonatadas e com alto valor calórico (ABREU *et al.*, 2011). O suco de laranja é o suco de fruta mais consumido do mundo, com um consumo estimado de 1,8 bilhões de litros por ano. O Brasil é líder em produção e exportação de suco de laranja em todo o mundo, com uma produção de aproximadamente 18,7 milhões de toneladas em frutas e exportação de pouco mais de 1 milhão de toneladas de suco, em 2017. O Brasil exporta mais de 90% de sua produção de suco de laranja e é responsável por mais de 50% do suco de laranja que é consumido globalmente. De cada cinco copos de suco de laranja consumidos no mundo, três são brasileiros (KIST *et al.*, 2018; MASTELLO *et al.*, 2018).

O suco de laranja integral, 100% ou NFC (*Not From Concentrate*) passou a ter maior destaque para a produção e para o consumo em meados dos anos 2000 (CITRUS BR, 2015). Este suco em vez de ter a água extraída no processamento (em evaporadores de múltiplos efeitos e estágios, tipo TASTE - *Thermally Accelerated and Short Time Evaporator*), característico do suco concentrado (FCOJ – *Frozen Concentrate Orange Juice*), para depois ser reconstituído após ser comprado por engarrafadores, é somente pasteurizado ou esterilizado (suco sem adição de açúcar e na concentração natural da fruta) (BRASIL, 2009). Assim, o suco de laranja NFC consiste em produto de qualidade superior em termos nutricionais e sensoriais quando comparado ao suco FCOJ, assemelhando-se ao suco espremido na hora do consumo (CITRUS BR, 2015; JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011).

O suco de laranja, além de exibir boa aceitação sensorial por toda a população mundial, apresenta importantes substâncias bioativas como ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, que possuem atividade antioxidante (ROUSSOS, 2011; VANAMALA *et al.*, 2006; VELÁZQUEZ-ESTRADA *et al.*, 2013). Estas substâncias bioativas atuam de forma benéfica contra o câncer e aterosclerose, na redução do colesterol sanguíneo, inibição da oxidação de lipoproteínas de baixa densidade (*Low Density Lipoprotein* – LDL) e ácidos graxos, redução da agregação plaquetária e exibem ação cardioprotetora indireta por exercerem efeito supressor sobre as espécies reativas de oxigênio *in vitro* (BENAVENTE-GARCÍA *et al.*, 2007; HADIJAH *et al.*, 2015; SILALAH, 2002; WHITMAN *et al.*, 2005). Em decorrência disso, a população está passando a consumir cada vez mais suco de frutas integral industrializado, fazendo do Brasil o ponto principal de crescimento na América Latina.

A totalidade do suco de laranja NFC produzida pelas grandes indústrias citrícolas brasileiras é destinada à exportação. Esta ocorrência impulsionou as pequenas empresas processadoras de suco no Brasil, nos últimos anos, a produzirem seu suco de laranja NFC, refletindo atualmente em uma grande variedade de marcas neste setor (TETRA PAK INDEX, 2016). Não existem estatísticas oficiais sobre o consumo nacional de suco de laranja NFC, entretanto, a indústria citrícola estima que entre 70.000 e 100.000 toneladas de suco sejam consumidas por ano (USDA, 2015).

Alguns estudos avaliaram características físico-químicas (STELLA *et al.*, 2011), perfil sensorial (KIM; KIM; LEE, 2016) e aceitação (JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011; MASTELLO; JANZANTTI; MONTEIRO, 2015), perfil de voláteis (MASTELLO; JANZANTTI; MONTEIRO, 2015; MASTELLO *et al.*, 2018) e perfil de compostos bioativos (PLAZA *et al.*, 2011; VANAMALA *et al.*, 2006; VELÁZQUEZ-ESTRADA *et al.*, 2013) em sucos de laranja. Por ser um produto novo nas prateleiras dos supermercados brasileiros, faz-se urgente a análise dos sucos de laranja NFC comercializados no Brasil, focando a qualidade do produto. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação da rotulagem, físico-química, e sensorial de sucos de laranja NFC comercial, relacionando os parâmetros físico-químicos com a aceitação sensorial dos sucos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Primeiramente foi feita uma pesquisa de campo aos principais supermercados da cidade de São José do Rio Preto, SP, Brasil, para listar as marcas de sucos de laranja NFC. Foram avaliadas todas as marcas comerciais listadas, representativa das principais pequenas empresas nacionais, totalizando sete sucos de laranja NFC, designados neste estudo pelas letras A a G, e descritas na Tabela 1. Foram obtidas seis embalagens/frascos de cada marca comercial de suco, referente a um mesmo lote, dentro do prazo de validade.

Tabela 1: Descrição dos sucos de laranja NFC.

Marca	Descrição na embalagem	Volume	Tipo de Embalagem	Processo Térmico	Preço (US\$)
A	Suco de laranja 100% espremido com “gominhos”	1 L	Cartonada	Esterilização	2.11
B	Suco de laranja integral. Sem adição de açúcar, água e conservadores. Feito por jovens cansados de mesmice	1 L	Cartonada	Esterilização	2.13
C	Suco de laranja integral Premium. Zero adição de açúcar e água. 100% puro suco de laranja. Contém vitamina C. Sem conservadores.	1 L	Cartonada	Esterilização	1.70
D	Laranja de verdade. 100% de suco. Suco de laranja integral.	900 mL	Plástico ¹	Pasteurização ⁴	2.10
E	Suco de laranja integral. 100% laranja.	900 mL	Plástico ²	Pasteurização ⁴	2.44
F	Suco de laranja. É suco mesmo. Sem adição de açúcar e conservadores	1 L	Plástico ²	Pasteurização ⁴	1.51
G	Suco de laranja. 100% natural. Sem adição de açúcar. Integral pasteurizado	1 L	Plástico ²	Pasteurização ⁴	1.86

US\$ 1 = R\$ 3,694 (valor médio do dólar em março de 2016). ¹Politereftalato de Etileno. ²Poliétileno de alta densidade. ⁴Pasteurização convencional. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Avaliação da rotulagem dos sucos de laranja NFC

A adequação da rotulagem dos sucos de laranja NFC foi avaliada com base na legislação brasileira vigente, que estabelece a presença da denominação de venda do alimento, lista de ingredientes, declaração de aditivos e aromas (que não se aplica ao produto avaliado neste estudo, pois o suco de laranja NFC é a bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível da laranja (*Citrus sinensis*) usando processo tecnológico adequado, sem adição de açúcar e aditivos, e na concentração natural da fruta), conteúdo líquido, identificação de origem, lote e prazo de validade, preparo e instruções de uso, informação nutricional, declaração de vitaminas e minerais (quando o conteúdo for, de no mínimo, 5% da Ingestão Diária Recomendada – IDR, por porção, com exceção do sódio, cuja declaração no

rótulo, é obrigatória), informação nutricional complementar, porção e medida caseira, uso da expressão “Indústria Brasileira”, ausência de aromas e corantes artificiais no suco e uso da expressão “não contém glúten”. A presença de informações que pudessem induzir o consumidor a erro, informações que atribuíssem efeitos ou propriedades que não possuem ou não possam ser demonstradas, destaque para presença ou ausência de componentes que sejam intrínsecos ou próprios dos alimentos de igual natureza, bem como a presença de símbolo, figura e desenho que induza a erro também foram avaliados.

Em relação à rotulagem nutricional foi avaliada a declaração do valor energético em quilocalorias (kcal) e em quilojoules (kJ), a conversão do valor energético de kcal para kJ, a informação sobre porcentagem de valores diários (%VD) por porção, a exclusão da declaração de gorduras *trans* em %VD ou o uso da inscrição “Valor Diário não estabelecido” ou “VD não estabelecido”, o cumprimento das regras de aproximação, a declaração da %VD com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ e a presença da inscrição “Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas” (BRASIL, 2000a; BRASIL, 2000b; BRASIL, 2002; BRASIL, 2003a, b, c; BRASIL, 2009; BRASIL, 2012a).

2.3 Caracterização físico-química

Os sucos de laranja NFC foram avaliados quanto aos conteúdos de sólidos solúveis, acidez total, açúcares (reduzidos e totais) e pH segundo metodologias descritas em AOAC (2005). Todas as análises foram realizadas em triplicata. O *ratio*, relação entre o conteúdo de sólidos solúveis e acidez total, foi calculado.

2.4 Determinação de ácido ascórbico

A determinação do conteúdo de ácido ascórbico, em triplicata, foi baseada na oxidação do ácido ascórbico pelo reagente 2,6-diclorofenolindofenol (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (AOAC, 2005; BENASSI; ANTUNES, 1988). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g.

2.5 Determinação de carotenoides totais

O conteúdo de carotenoides totais, em triplicata, foi determinado de acordo com o método descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004). A leitura da absorvância foi realizada a 450 nm em espectrofotômetro (modelo Beckman DU 640, Fullerton, CA, USA). O

conteúdo de carotenoides totais foi calculado utilizando o coeficiente de absorção ($\epsilon_{1\text{cm}}^{1\%}$) do β -caroteno em éter de petróleo (LabSynth, Diadema, SP, BRA) no valor de 2592 e os resultados expressos em $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno}/100 \text{ g}$.

2.6 Extração e determinação de compostos fenólicos totais

A extração dos compostos fenólicos totais dos sucos de laranja NFC, em triplicata, foi realizada de acordo com metodologia descrita por Macoris *et al.* (2012) com pequenas modificações. O suco foi extraído com solução de acetona (70%, v/v, Dinâmica, São Paulo, SP, Brasil), submetida a 1 min de agitação (agitador de tubos tipo vortex, modelo AP-56, marca Phoenix, Brasil), banho de ultrassom (modelo CE-160, marca Cienlab, Brasil) à temperatura ambiente durante 15 min e posterior centrifugação (centrifuga modelo Jouan BR4i Multifunction, marca Thermo Electron Corporation, França) a 9000 rpm por 20 min a 20 °C. Uma nova extração foi realizada com metanol (50%, v/v, Dinâmica, São Paulo, SP, Brasil). Os sobrenadantes foram homogeneizados e filtrados em filtro Whatman nº 1. O extrato foi armazenado em frasco âmbar para análise dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante dos sucos de laranja NFC.

A quantificação dos compostos fenólicos totais dos sucos foi realizada utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; VIRGOLIN; SEIXAS; JANZANTTI, 2017; WATERHOUSE, 2014). A leitura de absorvância foi feita a 720 nm, em espectrofotômetro (modelo Beckman DU 640, Fullerton, CA, USA). A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com solução padrão de ácido gálico (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (72 a 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$) e os resultados expressos em mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/100 g.

2.7 Determinação da atividade antioxidante total

A atividade antioxidante dos extratos obtidos do suco de laranja NFC foi avaliada pela captura do radical livre DPPH (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (RUFINO *et al.*, 2010; VIRGOLIN; SEIXAS; JANZANTTI, 2017). A leitura da absorvância foi realizada a 515 nm em espectrofotômetro (modelo Beckman DU 640, Fullerton, CA, USA). A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com solução padrão de trolox (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (200 a 800 μmol). Os resultados foram expressos em μmol de trolox/g.

2.8 Determinação da cor instrumental

A análise de cor foi realizada em colorímetro (modelo Color Flex 45/0) da Hunterlab (Reston, Estados Unidos) e programa Hunterlab Universal com iluminante D65 e observador 10°. Os sucos de laranja foram colocados em uma cápsula circular de quartzo e analisadas em três replicatas. Cada replicata foi girada quatro vezes em torno do próprio eixo (0°, 90°, 180° e 270°), resultando em doze valores para cada suco de laranja NFC. Os valores absolutos das coordenadas retangulares L^* , a^* e b^* foram obtidos. Por meio das coordenadas a^* e b^* foi possível calcular, em coordenadas cilíndricas, *Chroma* e *Hue*. A equação (1) calcula o *Chroma* (C^*), que caracteriza a saturação da cor da amostra analisada, enquanto a equação (2) determina o ângulo *Hue* (h°), para os sucos avaliados.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Equação 1

$$h^\circ = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Equação 2

2.9 Análise de aceitação de sucos de laranja NFC

A avaliação sensorial dos sucos de laranja NFC foi realizada por 92 consumidores de suco de laranja, recrutados dentre alunos (graduação e pós-graduação)/funcionários/docentes do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Ibilce/Unesp, de ambos os sexos, entre 18 e 45 anos, que gostavam pelo menos moderadamente de suco de laranja e o consumiam pelo menos uma vez por mês. Por meio de questionário, além dos dados sociodemográficos, foi solicitado aos consumidores que apontassem os motivos para consumirem suco de laranja NFC. Foram excluídos indivíduos que não consumiam suco de laranja NFC e que apresentassem algum tipo de patologia/alergia alimentar relacionada ao consumo do produto.

Os sucos foram servidos a 12 °C em copos plásticos transparentes codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos participantes de forma monádica. A ordem de apresentação foi de acordo com o delineamento em bloco completo casualizado (MACFIE *et al.*, 1989). Os sucos foram avaliados quanto a cor, aroma de laranja, sabor de laranja, quantidade de polpa e aceitação global utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (1=desgostei extremamente a 9=gostei extremamente), além do ideal de quantidade de polpa usando escala estruturada de cinco pontos (1=muito menos que o ideal e 5=muito mais que o ideal).

O projeto foi submetido à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita

Filho”, Campus de São José do Rio Preto, de acordo com Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012 (BRASIL, 2012b) e Resolução 510/2016 (BRASIL, 2016), tendo sido aprovado CAAE nº. 55685716.0.0000.5466.

2.10 Análise estatística

Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão, no caso da avaliação físico-química proveniente de três repetições independentes e da análise sensorial proveniente de 92 consumidores. Os resultados da avaliação físico-química e sensorial dos sucos de laranja NFC comercial foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida de teste de Tukey, para comparação de médias, ao nível de significância de 0,05.

A análise de componentes principais (ACP) foi realizada com matriz de correlação e sem rotação fatorial. Os resultados dos parâmetros físico-químicos foram fixados em colunas (variáveis) e os sucos de laranja NFC em linhas (casos) e os resultados foram padronizados antes da análise. Os resultados sensoriais foram fixados em colunas e os consumidores em linhas. Foram consideradas as variáveis mais correlacionadas com cada componente principal (CP) ($\geq 0,7$).

A análise de correlação linear de Pearson foi realizada entre as médias dos resultados referentes aos parâmetros físico-químicos e sensoriais dos sucos de laranja NFC, considerando-se nível de significância de $p \leq 0,05$ e correlação $r \geq 0,7$.

Todas as análises foram realizadas empregando o *software* Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rotulagem dos sucos de laranja NFC

Todas as marcas de suco de laranja NFC apresentaram-se de acordo com a legislação brasileira vigente quanto à rotulagem e rotulagem nutricional (BRASIL, 2000a; BRASIL, 200b; BRASIL, 2002; BRASIL, 2003a, b, c; BRASIL, 2009; BRASIL, 2012a). Todos os rótulos analisados apresentaram dizeres (“suco de laranja”, “suco de laranja integral”, 100%, e “suco sem a adição de açúcares, água e conservadores”) na parte frontal (Tabela 1). Ainda que tais expressões sejam empregadas para chamar a atenção do consumidor quanto às características do produto, as mesmas estão em desacordo com a legislação (BRASIL, 2012a), que estabelece: “Os alimentos embalados não devem ser descritos ou apresentar rótulo que:

destaque a presença ou ausência de componentes que sejam intrínsecos ou próprios de alimentos de igual natureza”. Nenhuma das marcas avaliadas apresentava símbolo, figura e desenho que pudesse induzir o consumidor a erro.

A declaração de vitaminas e minerais é optativa, mas quando empregada o conteúdo desses nutrientes deve ser de no mínimo 5% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) por porção, com exceção do sódio, cuja declaração é obrigatória (BRASIL, 2003a). Tal declaração foi atendida por todas as marcas comerciais, sendo que 85,72% das marcas (A, B, C, E, F e G) de suco de laranja NFC declararam o valor de ácido ascórbico e apenas uma das marcas (G), o conteúdo de ácido fólico.

Os rótulos de alimentos são elementos essenciais de comunicação entre produtos e consumidores, devendo orientar os mesmos sobre a composição e as características nutricionais dos alimentos, auxiliando em escolhas alimentares saudáveis e adequadas, e por outro lado, alertando sobre a presença de ingredientes alergênicos. Ferrarezi, Santos e Monteiro (2013) verificaram que a data de validade e alegações de benefícios à saúde são as informações mais lidas nos rótulos de suco de laranja pronto para beber. Além disso, marca, preço e sabor foram os fatores mais importantes para a decisão de compra dos sucos, sendo que a marca e o sabor mostraram associação significativa com a idade do consumidor. As expressões “100% natural”, “natural” e “integral” foram avaliadas como positivas pelos consumidores.

3.2 Parâmetros físico-químicos, ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, carotenoides totais e cor instrumental de sucos de laranja NFC

Os sucos de laranja NFC apresentaram diferenças estatísticas em todos os parâmetros avaliados (Tabela 2), com variações expressivas nos conteúdos de ácido ascórbico e carotenoides totais. Os conteúdos de sólidos solúveis variaram entre 9,30 e 11,80 °Brix, sendo que dois sucos de laranja NFC (marcas B e G) não apresentaram o conteúdo de sólidos solúveis mínimo de 10,5 °Brix exigido pela legislação vigente (BRASIL, 2000a). Tal ocorrência demonstra a importância da fiscalização das bebidas à base de frutas fabricadas no Brasil, a fim de garantir à população produtos de qualidade certificada.

Tabela 2: Caracterização físico-química dos sucos de laranja NFC.

Parâmetro	Marca						
	A	B	C	D	E	F	G
Sólidos Solúveis (° Brix)	10,60±0,01 ^d	9,30±0,01 ^f	11,30±0,01 ^b	11,80±0,17 ^a	10,90±0,01 ^c	11,30±0,01 ^b	10,00±0,01 ^e
Acidez Total (g ácido cítrico/100 g)	0,63±0,01 ^b	0,55±0,02 ^c	0,66±0,01 ^{ab}	0,59±0,01 ^c	0,66±0,01 ^{ab}	0,67±0,02 ^a	0,58±0,03 ^c
pH	4,23±0,04 ^a	4,27±0,08 ^a	4,03±0,14 ^b	4,23±0,04 ^a	4,03±0,02 ^b	3,98±0,02 ^b	4,16±0,02 ^a
<i>Ratio</i>	16,84±0,11 ^b	16,91±0,59 ^b	17,06±0,11 ^b	20,11±0,09 ^a	16,90±0,27 ^b	16,78±0,50 ^b	16,75±0,96 ^b
Açúcares Redutores (g glicose/100 g)	4,73±0,01 ^b	4,69±0,01 ^b	5,07±0,01 ^a	4,00±0,01 ^c	4,27±0,01 ^c	4,19±0,01 ^c	4,09±0,01 ^c
Açúcares Totais (g glicose/100 g)	8,50±0,01 ^a	8,75±0,01 ^a	8,52±0,01 ^a	5,90±0,01 ^d	7,98±0,01 ^b	7,28±0,01 ^c	6,04±0,01 ^d
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	84,76±2,23 ^{ab}	71,66±3,03 ^c	78,32±0,65 ^b	40,82±0,88 ^e	51,26±1,86 ^d	58,01±2,50 ^d	89,48±0,69 ^a
CFT (mg EAG/100 g)	126,06±0,01 ^b	105,05±0,01 ^d	127,96±0,02 ^b	108,81±0,01 ^{cd}	140,54±0,05 ^a	115,36±0,04 ^c	126,13±0,01 ^b
CT (µg β-caroteno/100 g)	47,58±0,18 ^d	40,21±1,61 ^d	67,21±1,61 ^d	7,47±0,26 ^e	502,04±10,49 ^a	105,66±9,83 ^c	269,32±15,63 ^b
AAT (µmol trolox/g)	2,63±0,10 ^a	1,92±0,09 ^{bc}	2,03±0,02 ^b	1,65±0,02 ^c	2,08±0,09 ^b	1,69±0,03 ^c	2,44±0,08 ^a
Luminosidade	61,04±0,17 ^c	55,22±0,08 ^g	59,96±0,08 ^d	62,78±0,36 ^b	59,52±0,07 ^e	63,38±0,04 ^a	56,07±0,07 ^f
Chroma	48,03±0,06 ^d	44,53±0,11 ^e	47,52±0,09 ^d	61,35±1,10 ^a	54,51±0,26 ^c	59,89±0,13 ^b	45,04±0,06 ^f
Hue (°)	86,12±0,01 ^b	87,52±0,04 ^a	83,27±0,01 ^c	84,86±0,14 ^f	85,91±0,06 ^c	81,66±0,03 ^g	85,58±0,02 ^d

Valores expressos em média ± desvio padrão, ^{a-g} letras minúsculas diferentes sobrescritas da mesma linha para cada parâmetro indicam diferença significativa em $p \leq 0,05$. CFT: Compostos Fenólicos Totais; CT: Carotenoides Totais; AAT: Atividade Antioxidante Total; *Ratio*: Relação entre o conteúdo de Sólidos Solúveis e Acidez Total. Sucos com as letras A a G = designação dos sete sucos de laranja NFC. Fonte: Elaborado pelo autor.

O conteúdo de acidez total e pH variaram pouco entre os sucos, de 0,55 a 0,67 g ácido cítrico/100 g e de 3,89 a 4,27, respectivamente. Quanto ao *ratio*, os valores variaram entre 16,75 e 20,11, sendo que o valor mínimo exigido é de 7 (BRASIL, 2000a). Kimball (1991) relata que os consumidores preferem sucos cítricos com *ratio* entre 15 e 18, informação provavelmente utilizada pelas indústrias de bebidas de laranja, já que os sucos avaliados neste estudo apresentam *ratio* dentro desta faixa, ou muito próxima a ela.

Os conteúdos de açúcares redutores variaram entre 4,00 e 5,07 g glicose/100 g, e de açúcares totais, de 5,90 a 8,75 g glicose/100 g, sendo que o valor máximo exigido é de 13 g glicose/100 g (BRASIL, 2000a). Stella *et al.* (2011) avaliaram os parâmetros físico-químicos de sucos de laranja (suco NFC e néctar - bebida não fermentada, diluída e adoçada, preparada a partir de suco de laranja concentrado, adicionada de açúcares e aditivos) prontos para beber e os conteúdos de açúcares totais variaram entre 9,5 g glicose/100 mL e 16,5 g glicose/100 mL, sólidos solúveis entre 11,5 e 13,5 °Brix, e *ratio* entre 19,9 e 27,5, valores esses superiores aos descritos por esta pesquisa. Quanto ao conteúdo de acidez total, os resultados descritos foram semelhantes ao desta pesquisa, tendo variado entre 0,42 e 0,71 g ácido cítrico/100 mL.

Os compostos bioativos presentes no suco de laranja, como ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, estão entre os principais constituintes investigados quanto às possíveis alegações de propriedades funcionais, principalmente, por apresentarem atividade antioxidante (LIU, 2013; WANG; CHEN; WANG, 2016). O conteúdo de ácido ascórbico variou expressivamente nos sucos de laranja NFC, entre 40,82 e 89,48 mg/100 g. Todos os sucos apresentaram conteúdo mínimo de 25 mg/100 g exigido pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2000a). Segundo o *Institute of Medicine* (2000), a ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 90 mg/dia para homens e 75 mg/dia para mulheres. Todos os sucos avaliados foram considerados com “alto conteúdo” de ácido ascórbico, pois representaram no mínimo 30% da IDR (Ingestão Diária Recomendada) em 100 g ou 100 mL (BRASIL, 2012a).

Os conteúdos de compostos fenólicos totais, carotenoides totais e atividade antioxidante nos sucos de laranja NFC variaram de 105,05 a 140,54 mg GAE/100 g, de 7,47 a 502,04 µg β-caroteno/100 g, e de 1,65 a 2,63 µmol trolox/g, respectivamente. O conteúdo de carotenoides totais apresentou grande variação entre os sucos de laranja NFC. Conteúdos inferiores de compostos fenólicos totais (18,7 a 54,2 mg/100 mL) e ácido ascórbico (8,2 a 67,2 mg/100 mL) foram descritos para sucos de laranjas pronto para beber (STELLA *et al.*, 2011), enquanto conteúdos semelhantes de ácido ascórbico (38,5 a 75,25 mg/100 mL) foram

relatados por Zaman, Shamsudin e Adzahan (2016) para sucos mistos de abacaxi e manga. Velázquez-Estrada *et al.* (2013) relataram conteúdos de compostos fenólicos totais e carotenoides de 62,43 mg GAE/100 mL e 32,79 µg β-caroteno/100 mL, respectivamente, em suco de laranja pasteurizado, valores inferiores ao desta pesquisa.

Quanto aos parâmetros de cor, a luminosidade (L^*) indica a reflectância da luz, sendo que quanto maiores seus valores, mais clara a coloração dos sucos avaliados. O Cromo indica a saturação de cor, e quanto maiores seus valores, mais vivas/intensas são as cores. O valor de Hue (tonalidade), por sua vez, refere-se à cor propriamente dita. De tal forma, o suco de laranja NFC comercial da marca F apresentou-se mais claro ($L^*= 63,38$) que os demais sucos e o suco de laranja NFC comercial da marca D (Croma= 61,35) apresentou-se com maior saturação de cor, que os demais sucos. O parâmetro Hue variou entre 81,66 e 87,52, correspondendo entre as cores laranja e amarelo.

3.3 Análise de aceitação de sucos de laranja NFC

Dentre os 92 consumidores que participaram da pesquisa, a maioria era do sexo feminino (64%), com idade entre 18 e 25 anos (66%) e alunos de graduação (61%). Estudos que tratam do desenvolvimento de novos produtos, em especial de suco de laranja pronto para o consumo, evidenciam a preferência, em suas campanhas, por consumidores com idades entre 12 e 32 anos, e com grau acadêmico, pois se trata de um nicho de mercado que está em busca de sucos mais saudáveis e com baixo teor calórico e açúcar (CLARK *et al.*, 2014). Tal fato é corroborado por Abate (2018), que relata que o consumo de suco de laranja é relativamente alto em domicílios chefiados por jovens adultos; por Parra (2016) que descreve que a penetração da categoria de sucos de frutas no Brasil é geralmente maior entre jovens consumidores, com idades variando entre 16 e 24 anos, e por Teixeira, Lopes e Neves (2004) que evidenciam o público jovem, como a faixa etária em que há consumo espontâneo de suco de laranja.

Na avaliação de quanto os consumidores gostavam ou desgostavam de suco de laranja e sua frequência de consumo, a maioria relatou gostar muitíssimo (53%) e consumir pelo menos 1 vez na semana (46%). Quanto aos motivos que levam ao consumo de suco de laranja NFC, 8% dos consumidores alegaram o custo-benefício, 16% a praticidade, 12% o preço, 85% por gostarem da fruta, 50% por ser um alimento natural e 43% devido à qualidade do produto. Além disso, 21% dos consumidores descreveram consumir suco de laranja pela disponibilidade, 40% por ser um hábito, 10% por ser um produto com alegação de saúde e

42% por preocupação com a saúde. Estas informações estão de acordo com o relatado no Brasil Food Trends 2020 (2014), que demonstra que os consumidores estão cada vez mais preocupados com a saúde, levando à demanda por produtos que sejam saborosos, mas também saudáveis e práticos. Assim, dentre as categorias de produtos preferidos pelo consumidor e que, portanto, serão os mais consumidos, estão os sucos prontos para beber, como o suco de laranja avaliado por esta pesquisa, que se configura também, como o terceiro maior grupo de produtos que despertam o interesse dos consumidores quando são lançados no mercado. Esta ocorrência demonstra o potencial do produto dentro da categoria de sucos e de bebidas não alcoólicas, evidenciando um leque de oportunidades e uma tendência de consumo que deve ser observada e considerada pela indústria produtora de suco de laranja (PARRA, 2016).

As médias da aceitação sensorial dos sucos de laranja NFC para cor, aroma de laranja, sabor de laranja, quantidade de polpa e aceitação global estão apresentadas na Tabela 3. Para a cor dos sucos de laranja NFC as médias de aceitação variaram de 5,25 a 7,25, entre os termos “nem gostei/nem desgostei” e “gostei muito”; para o aroma de laranja, variaram de 4,48 a 6,02, entre os termos “desgostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”; para sabor de laranja, variaram de 3,19 a 5,76, entre os termos “desgostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”; para quantidade de polpa, variaram 4,53 a 5,96, entre os termos “desgostei ligeiramente” e “gostei ligeiramente”; e para a aceitação global, variaram de 4,42 a 6,14, entre os termos “desgostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Tabela 3: Análise de aceitação sensorial dos sucos de laranja NFC.

Atributo	Marca						
	A	B	C	D	E	F	G
C	5,59±1,89 ^b	5,25±2,05 ^b	6,70±1,71 ^a	7,25±1,65 ^a	7,20±1,55 ^a	6,84±1,58 ^a	6,70±1,57 ^a
Al	5,53±1,76 ^{ab}	4,73±1,72 ^c	4,48±2,01 ^c	6,02±1,55 ^a	5,62±1,69 ^{ab}	5,21±1,85 ^{bc}	5,66±1,72 ^{ab}
Sl	5,27±2,19 ^a	4,25±2,08 ^b	3,19±2,18 ^b	5,56±1,85 ^a	5,76±1,82 ^a	5,47±2,15 ^a	5,60±2,10 ^a
Qp	5,66±2,10 ^{ab}	4,53±1,92 ^c	4,90±2,04 ^{bc}	5,50±1,87 ^{ab}	5,38±2,10 ^{abc}	5,96±1,89 ^a	5,26±2,10 ^{abc}
Ag	5,16±2,14 ^{bc}	4,47±2,08 ^c	4,42±2,13 ^c	6,14±1,85 ^a	6,04±1,74 ^a	5,67±2,07 ^{ab}	5,85±1,92 ^{ab}

Valores expressos em média ± desvio padrão, ^{a-c} letras minúsculas diferentes sobrescritas da mesma linha para cada parâmetro indicam diferença significativa em $p \leq 0,05$. n=92. 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo. Sucos com as letras A a G = designação dos sete sucos de laranja NFC. C: Cor; Al: Aroma de laranja; Sl: Sabor de laranja; Qp: Quantidade de polpa; Ag: Aceitação Global. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os sucos de laranja NFC das marcas comerciais D e E apresentaram as maiores médias de aceitação sensorial para cor; aroma e sabor de laranja; e aceitação global. Os sucos de laranja NFC das marcas comerciais B e C foram rejeitados pelos consumidores (medias $\leq 5,0$) em relação ao aroma e sabor de laranja, quantidade de polpa e aceitação global. Os

consumidores relataram que os sucos das marcas D, E, F e G apresentavam cor e sabor semelhante ao suco natural (“espremido na hora”), enquanto os sucos das marcas comerciais B e C foram caracterizados pelos consumidores como “fracos”, “ralos” e “sem cor de suco de laranja”.

As frequências de ideal de quantidade de polpa foram 48%, 21%, 37%, 45%, 43%, 45% e 37%, respectivamente, para os sucos de laranja NFC das marcas A, B, C, D, E, F e G. Os consumidores relataram que a aceitação dos sucos das marcas A e F estava relacionada com a presença de “gominhos” (vesículas do suco de laranja). A presença de vesículas em suco de laranja pode estar associada a um suco mais próximo do suco natural/fresco, fazendo com o que o mesmo seja mais aceito pelos consumidores, mas em excesso, pode acarretar rejeição ao suco (JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011).

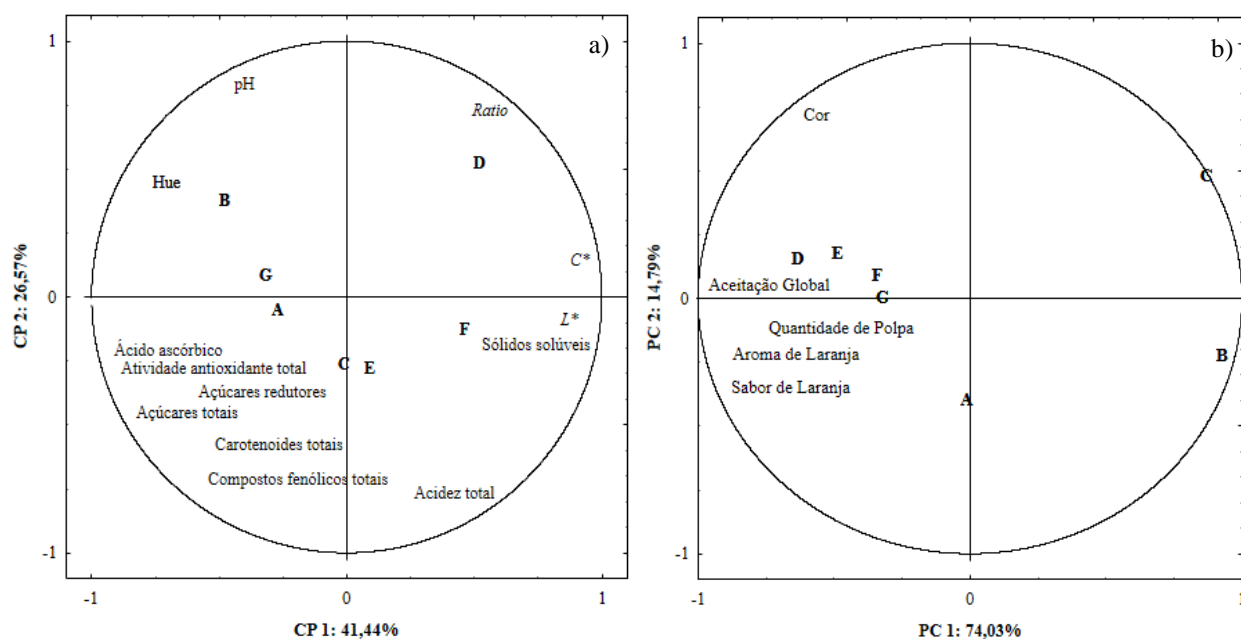
3.4 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais (ACP) dos resultados da análise físico-química está apresentada na Figura 1a. Os dois primeiros componentes principais (CP) permitiram uma explicação de 68,01%. O lado positivo do primeiro componente principal foi explicado pelos parâmetros sólidos solúveis, luminosidade (L^*) e saturação da cor (C^*), variáveis com cargas fatoriais $\geq 0,70$, e o lado negativo do primeiro componente principal, pelos parâmetros Hue (h°), açúcares totais, ácido ascórbico e atividade antioxidante total, variáveis com cargas fatoriais $\leq -0,70$. O lado positivo do segundo componente principal foi explicado pelo parâmetro pH, carga fatorial $\geq 0,70$, enquanto o lado negativo do segundo componente principal, pela acidez total e compostos fenólicos totais, variáveis com cargas fatoriais $\leq -0,70$. Variáveis próximas entre si provavelmente apresentam correlação positiva, enquanto variáveis que formam um ângulo de 180 graus entre si, possivelmente apresentam correlação linear negativa.

O suco da marca F (localizado próximo ao lado positivo do primeiro CP) destacou-se pela luminosidade de cor (L^*), saturação de cor (C^*) e pelo conteúdo de sólidos solúveis, enquanto os sucos das marcas A e G (localizados próximo ao lado negativo do primeiro CP) destacaram-se pelo conteúdo de ácido ascórbico e atividade antioxidante. O suco de laranja integral da marca B (localizado no lado negativo do primeiro CP e positivo do segundo CP) destacou-se pela cor amarela (Hue) e pelo pH, o suco de laranja da marca D (localizado no lado positivo do primeiro CP e positivo do segundo CP) destacou-se pelo *ratio* e os sucos das marcas C e E, (localizados próximos ao lado negativo do segundo CP)

destacaram-se pelos conteúdos de compostos fenólicos, acidez e carotenoides totais (Figura 1a).

Figura 1: Análise de componentes principais (ACP) dos resultados da análise físico-química (1a) e sensorial (1b) de sucos de laranja NFC.



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 1b mostra a análise de componentes principais (ACP) dos resultados da análise sensorial. Os dois primeiros componentes explicaram 88,82% da variação dos resultados entre os sucos. Explicações superiores a 70% pelos dois primeiros componentes principais indicam forte correlação entre as variáveis e que esta análise multivariada foi apropriada (MINIM, 2013).

O lado negativo do primeiro componente principal foi correlacionado com aceitação global, aroma de laranja, sabor de laranja e quantidade de polpa, variáveis com cargas fatoriais $\leq -0,70$. O lado positivo do segundo componente principal foi correlacionado com a cor, carga fatorial $\geq 0,70$ (Figura 1b). O aroma e sabor de laranja, quantidade de polpa e a aceitação global foram correlacionados com os sucos de laranja NFC das marcas comerciais D, E, F e G (localizados próximo ao lado negativo do primeiro CP), enquanto os sucos das marcas B e C (localizados próximo ao lado positivo do primeiro CP) não destacaram-se por nenhum atributo sensorial.

A rejeição aos sucos B e C (Figura 1b) pode ser atribuída ao processo térmico, que nestes sucos foi o de esterilização, e nos demais sucos foi o de pasteurização, com exceção do

suco A. Ainda que estes tratamentos térmicos envolvam altas temperaturas e curto tempo de exposição do alimento e sejam os mais empregados por causarem menores perdas nutricionais e sensoriais ao suco de laranja (NAGY; CHEN, 1993; QUEIROZ; MENEZES, 2010), o nosso estudo demonstrou que o tipo de processo térmico afetou a aceitação do suco de laranja NFC.

O tratamento térmico tem como objetivo a destruição de leveduras e a inativação de enzimas. Na pasteurização o produto é submetido a temperaturas variando de 85 a 90 °C, de 20 a 30 segundos, enquanto na esterilização empregam-se temperaturas mais altas (135 a 150 °C) por tempos mais curtos (2 a 5 segundos). Alterações sensoriais podem ocorrer no suco de laranja durante o processamento acarretando à perda do aroma e sabor natural característico e/ou à formação de sabor estranho (*off-flavor*), influenciando a aceitação do suco industrializado pelo consumidor. Estudos relatam que o tratamento térmico e as condições de estocagem são fatores críticos para a estabilidade e qualidade do suco de laranja e, conseqüentemente, para sua aceitação (JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011; TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006). A grande vantagem do suco pasteurizado, em comparação ao suco concentrado, é seu sabor que, se bem processado e conservado (sob refrigeração), assemelha-se muito ao suco fresco recém extraído da fruta (DARROS-BARBOSA, 2010).

3.5 Análise de correlação

Segundo Burgard e Kuznicki (1990) um coeficiente de correlação acima de 0,70 indica correlação forte entre as variáveis avaliadas. O parâmetro açúcares redutores apresentou correlação forte negativa com a aceitação sensorial do aroma de laranja ($r = -0,814$, $p \leq 0,05$) e do sabor de laranja ($r = -0,863$, $p \leq 0,05$). Houve também correlação forte negativa entre o aceitação global e os parâmetros açúcares redutores ($r = -0,918$, $p \leq 0,05$) e açúcares totais ($r = -0,774$, $p \leq 0,05$), ou seja, quanto menores os conteúdos de açúcares redutores e totais, maior a aceitação global, aceitação de aroma de laranja e sabor de laranja para os sucos de laranja NFC avaliados.

Os parâmetros sensoriais apresentaram forte correlação entre si, sendo que o aroma de laranja ($r = 0,909$) e o sabor de laranja ($r = 0,905$, $p \leq 0,05$) são os contribuintes mais importantes para a aceitação global dos sucos de laranja NFC avaliados. Além disso, houve correlação linear positiva entre ácido ascórbico e atividade antioxidante total ($r = 0,791$, $p \leq 0,05$) para os sucos de laranja NFC comercial. Stella *et al.* (2011) também descreveram correlação forte positiva entre ácido ascórbico e atividade antioxidante total para os sucos e

néctares de laranja analisados, indicando que o ácido ascórbico é o mais importante contribuinte para a atividade antioxidante dos sucos de laranja pronto para beber.

Não houve correlação linear entre os compostos fenólicos ($r = 0,531$, $p = 0,223$), carotenoides totais ($r = 0,220$, $p = 0,630$) e a atividade antioxidante. Melo *et al.* (2008) ao analisar a capacidade antioxidante de frutas, também verificou fraca correlação ($r = 0,4488$; $p > 0,05$) entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante total, mensurada pela metodologia de captura do radical livre DPPH. Os autores destacam que além da presença de outros fitoquímicos, a estrutura química do componente ativo tem influência sobre a eficácia do antioxidante natural, uma vez que a posição e o número de hidroxilas presentes na molécula dos polifenóis é um fator relevante para esta atividade. Assim, a capacidade antioxidante de um produto não pode ser explicada apenas com base em seu teor de fenólicos totais, a caracterização da estrutura do composto ativo, também, é necessária.

4 CONCLUSÃO

Os rótulos das marcas de suco de laranja NFC comercial analisadas atenderam à legislação brasileira vigente. Houve diferenças estatísticas para todos os parâmetros físico-químicos avaliados, com variações expressivas nos conteúdos de ácido ascórbico e carotenoides totais entre as sete marcas comerciais de sucos de laranja NFC avaliadas. Dois sucos apresentaram conteúdo de sólidos solúveis abaixo do estabelecido pela legislação brasileira vigente. Verificou-se que os principais motivos que levam ao consumo de suco de laranja NFC são o fato de os consumidores gostarem da fruta, por ser um alimento natural e devido à qualidade do produto. Os sucos de laranja obtidos pelo processo térmico de pasteurização foram os mais aceitos em relação aos obtidos pelo processo térmico de esterilização. A maior aceitação sensorial dos sucos NFC, pelos consumidores, está associada aos menores conteúdos de açúcares redutores e totais, aos maiores valores de *ratio*, à presença de gomos, de aroma e de sabor de laranja semelhantes ao suco natural, além das cores mais vivas e laranja.

REFERÊNCIAS

ABATE, G. **The Market for Orange Juice – Challenges and Opportunities**. 2018. Disponível em: <https://www.canr.msu.edu/productcenter/uploads/files/orangejuice.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.

ABREU, D. A. *et al.* Desenvolvimento de bebidas mistas à base de manga, maracujá e caju adicionadas de prebióticos. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 2, p. 197-203, 2011.

AOAC. **Official methods of analysis**. 18th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists, 2005.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamina C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.

BENAVENTE-GARCÍA, O. *et al.* Beneficial Action of *Citrus* Flavonoids on Multiple Cancer-Related Biological Pathways. **Current Cancer Drug Targets**, v. 7, p. 795-809, 2007.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. 2014. Disponível em:
http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html. Acesso em: 09 dez. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas e Sucos Tropicais. Instrução Normativa nº 01, de 07/01/2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto 2.314, 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Decreto 3.510, 16 de junho de 2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2000b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. RDC nº 259, 20 de setembro de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. RDC nº 360, 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2003a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. RDC nº 359, 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2003b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Lei 10.674, 16 de maio de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2003c.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Decreto 6871, 4 de junho de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 13 de novembro de 2012. Brasília, DF, 2012a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 dez. 2012b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 maio 2016. Seção 1. p. 44-46, 2016.

BURGARD, D. R.; KUZNICKI, J. T. **Chemometrics: chemical and sensory data**. Boston: CRC Press. 196p, 1990.

CITRUS BR. **Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos**. 2015. Indústria Brasileira de Suco de Laranja. Disponível em: http://www.citrusbr.com/imgs/biblioteca/CITRUS_APEX_PORTUGUES.pdf. Acesso em: 05 ago. 2015.

CLARK, K. *et al.* **Advertising Campaign for imply Orange Juice J320 Final Project, 2014**. 2018. Disponível em: https://monicacoatsportfolio.weebly.com/uploads/4/4/7/7/44772113/soj_final_project-3.pdf. Acesso em: 16 out. 2018.

DARROS-BARBOSA, R. **Suco de Tangerina**. In: VENTURINI-FILHO, W. G. *Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia*. São Paulo: Edgard Blücher, v. 2, p. 327-353, 2010.

FERRAREZI, A. C.; SANTOS, K. O DOS; MONTEIRO, M. Consumer interpretation of ready to drink orange juice and nectar labeling. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, p. 1296-1302, 2013.

FOLIN, C.; CIOCALTEAU, V. Tyrosine and tryptophan determination in proteins. **Journal of Biological Chemistry**, v. 73, p. 627-650, 1927.

HADIJAH, H. *et al.* Safety assessment of a new developed fruit juice product - mixed fruit Juice in experimental rats. **International Food Research Journal**, v. 22, n. 6, p. 2657-2663, 2015.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington (DC): National Academic Press, 2000.

JANZANTTI, N. S.; MACHADO, T. V.; MONTEIRO, M. Sensory acceptance of juice from FCOJ processing steps. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 322-330, 2011.

KIM, M. K.; KIM, M. Y.; LEE, K. G. Determination of furan levels in commercial orange juice products and its correlation to the sensory and quality characteristics. **Food Chemistry**, v. 211, n. 15, p. 654-660, 2016.

KIMBALL, D. A. **Citrus processing: quality control and technology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

KIST, B. B. *et al.* **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

- LIU, R. H. Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. **American Society for Nutrition**, v. 4, p. 384–392, 2013.
- MACFIE, H. J. *et al.* Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.
- MACORIS, M. S. *et al.* The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 9, p. 1886-1891, 2012.
- MASTELLO, R. B.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Volatile and odoriferous compounds changes during frozen concentrated orange juice processing. **Food Research International**, v. 77, n. 3, p. 591-598, 2015.
- MASTELLO, R. B. *et al.* Impact of HHP processing on volatile profile and sensory acceptance of Pêra-Rio orange juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 45, p. 106-114, 2018.
- MELO, E. A. *et al.* Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: UFV, 2013.
- NAGY, S.; CHEN, C.S. **Orange and tangerine juices**. In P.E. Shaw (Ed.), Fruit juice processing technology (pp. 111–135). Auburndale, FL: Agscience, Inc, 1993.
- PARRA, C. D. **Estimulando o consumidor. Produtos saudáveis e naturais ganham a preferência do consumidor e movimentam o mercado de sucos no Brasil**, 2016. Disponível em: <http://engarrafadormoderno.com.br/mercado/estimulando-o-consumidor>. Acesso em: 10 out. 2018.
- PLAZA, L. *et al.* Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 646-651, 2011.
- QUEIROZ, E. C. Q.; MENEZES, H. C. Suco de Laranja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Eds.) **Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia**, 243-267. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook of Carotenoids Analysis**. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004.
- ROUSSOS, P. A. Phytochemicals and antioxidant capacity of orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana) juice produced under organic and integrated farming system in Greece. **Scientia Horticulturae**, v. 129, p. 253-258, 2011.
- RUFINO, M. do S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brasil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1022, 2010.
- SILALAH, J. Anticancer and health protective properties of citrus fruit components. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, v. 11, p.79–84, 2002.

STELLA, S. P. *et al.* Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 3, p. 392-397, 2011.

TEIXEIRA, L.; LOPES, F. F.; NEVES, M. F. Comportamento do jovem consumidor de laranja in natura e suco no estado de São Paulo. **Laranja**, v. 25, n. 2, p. 259-275, 2004.

TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Degradação da vitamina C em suco de fruta. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 219-227, 2006.

TETRA PAK INDEX. **Insights e oportunidades associadas ao suco 100%: Uma visão global**. 2017. Edição 9. Disponível em: https://assets.tetrapak.com/static/br/documents/juice_index_2016.pdf. Acesso em: 20 out. 2017.

USDA. United States Department of Agriculture. **Brasil citrus semi-annual**. 2015. Disponível em: http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Citrus%20Semi-annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brasil_6-16-2015.pdf. Acesso em: 20 abr. 2016.

VANAMALA, J. *et al.* Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 2-3, p. 157-166, 2006.

VELÁZQUEZ-ESTRADA, R. M. *et al.* Influence of ultra high pressure homogenization processing on bioactive compounds and antioxidant activity of orange juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 18, p. 89-94, 2013.

VIRGOLIN, L. B.; SEIXAS, F. R. F.; JANZANTTI, N. S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 933-941, 2017.

WANG, Z. M.; CHEN, Y. C.; WANG, D. P. Resveratrol, a natural antioxidant, protects monosodium iodoacetate-induced osteoarthritic pain in rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 83, p. 763-770, 2016.

WATERHOUSE, A. L. **Folin-Ciocalteu Micro Method for Total Phenol in Wine**. 2014. Disponível em: <https://waterhouse.ucdavis.edu/foolin-ciocalteu-micro-method-total-phenol-wine>. Acesso em: 30 out. 2014.

WHITMAN, S. C. *et al.* Nobiletin, a citrus flavonoid isolated from tangerines, selectively inhibits class A scavenger receptor-mediated metabolism of acetylated LDL by mouse macrophages. **Atherosclerosis**, v. 178, n. 1, p. 25-32, 2005.

ZAMAN, A. A. K.; SHAMSUDIN, R.; ADZAHAN, N. M. Effect of blending ratio on quality of fresh pineapple (*Ananas comosus L.*) and mango (*Mangifera indica L.*) juice blends. **International Food Research Journal**, suplement. 23, p. 101-106, 2016.

CAPÍTULO 3

EFEITO DA MATÉRIA-PRIMA SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA NA OBTENÇÃO DE FRUTAS ESTRUTURADAS COM ELEVADO CONTEÚDO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

RESUMO

Frutas estruturadas foram elaboradas com suco de laranja e polpas de uva e goiaba a fim de obter um produto com elevado conteúdo de compostos bioativos e potencial antioxidante. Os parâmetros ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais, flavonoides amarelos, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e parâmetros de cor e textura foram avaliados. O aumento nas concentrações de suco de laranja gerou a obtenção de frutas estruturadas mais claras. Frutas estruturadas com maiores concentrações de polpa de uva apresentaram maior conteúdo de antocianinas. O aumento da concentração de polpa de goiaba nas frutas estruturadas acarretou aumento do conteúdo de carotenoides totais e na atividade antioxidante. A interação entre polpa de uva e goiaba acarretou a obtenção de frutas estruturadas com maior conteúdo de ácido ascórbico. A interação entre suco de laranja e polpa de goiaba reduziu o conteúdo de compostos fenólicos totais, e de suco de laranja com polpa de uva, gerou a obtenção de frutas estruturadas com cor vermelha. A interação entre as três matérias-primas acarretou o aumento do conteúdo de flavonoides amarelos e redução da força de corte. As respostas foram otimizadas pela função de desejabilidade, verificando-se que as frutas estruturadas com maior conteúdo de compostos bioativos e potencial antioxidante são obtidas quando se emprega proporções de 15% de suco de laranja, 28,75% de polpa de uva e 56,25% de polpa de goiaba. As informações deste estudo podem ser úteis para a otimização do processo de elaboração de frutas estruturadas e de outros produtos pela indústria alimentícia, contribuindo para aumentar a diversidade de produtos à base de frutas com aceitação sensorial e agregado valor nutricional.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*. *Vitis* sp. *Psidium guajava* L. Fruta estruturada. Compostos bioativos. Cor. Desejabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A tendência do mercado consumidor para a aquisição de produtos mais saudáveis e de maior valor agregado tem incentivado o desenvolvimento de novos produtos, como as de frutas estruturadas, com maior quantidade de suco e polpa de fruta e quantidade mínima de açúcares e outros aditivos alimentares ou mesmo isento destes (BRASIL FOOD TRENDS 2020, 2014).

As frutas estruturadas são produtos obtidos de frutas *in natura*, purês, sucos ou polpas de frutas, devidamente formulados para obtenção de um produto com adequado valor nutricional e sensorial, especialmente em relação à textura, cor e sabor. São utilizados na estruturação hidrocolóides, como pectina, que atuam como agentes geleificantes ou espessantes, capazes de ligar as moléculas de água, facilitando o corte e retendo a umidade, fatores estes, que contribuem para a melhoria da textura. Os produtos depois de estruturados são submetidos à secagem, até que uma consistência mastigável e agradável se desenvolva. A aparência atrativa e diferenciada das frutas estruturadas faz do produto uma forma prática de aumentar o consumo de frutas, sendo considerados exemplos de alimentos saudáveis (AL-HINAI *et al.*, 2013; DEMARCHI *et al.*, 2013; QUINTERO-RUIZ; DEMARCHI; GINER, 2014).

Este produto é conhecido em vários países e vem sendo objeto de estudo por diversos pesquisadores que se utilizam da rica variedade frutífera que os países apresentam e a ampla diversidade de aditivos alimentares. Dentre as frutas mais utilizadas estão o mamão (ADDAI *et al.*, 2016), a maçã (DEMARCHI *et al.*, 2013; TORRES; ROMERO; DIAZ, 2015) e o abacaxi (OLIVEIRA *et al.*, 2012). A pectina (ADDAI *et al.*, 2016; AL-HINAI *et al.*, 2013) e o fosfato de cálcio (LINS *et al.*, 2014) estão entre os principais aditivos empregados. A busca pelos consumidores por produtos formulados com uma mistura de frutas e sem a presença de aditivos tem sido uma tendência, demonstrando um amplo e promissor mercado a ser explorado com as frutas estruturadas (OFFIA-OLUA; EKWUNIFE, 2015). Alguns estudos sobre frutas estruturadas avaliam a o conteúdo de compostos bioativos (ADDAI *et al.*, 2016; YILMAZ *et al.*, 2017) e a atividade antioxidante total (SETTE *et al.*, 2017), bem como a aceitação sensorial (OFFIA-OLUA; EKWUNIFE, 2015; TORRES; ROMERO; DIAZ, 2015).

Neste trabalho foram elaboradas frutas estruturadas com diferentes proporções de suco de laranja e polpas de uva e goiaba, frutas muito apreciadas no mercado brasileiro pelo sabor característico e também pelo valor nutricional. Além de se tratar de um produto de qualidade

superior em termos sensoriais, visto que se assemelha ao suco espremido na hora, importantes substâncias bioativas como ácido ascórbico, carotenoides e flavonóides, que possuem atividade antioxidante, são encontradas no suco de laranja integral (BENAVENTE-GARCÍA *et al.*, 2007; JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011). A uva, uma das frutas mais consumidas no mundo, *in natura* ou processada, é considerada uma das maiores fontes de compostos fenólicos quando comparada a outros vegetais. Estes compostos, em frutas, estão diretamente relacionados às suas características sensoriais como cor e sabor. Além disso, são associados aos compostos fenólicos efeitos biológicos antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos e atividades anti-carcinogênicas (DA SILVA; LAGO-VANZELA; BAFFI, 2015; REBELLO *et al.*, 2013). A goiaba, rica em compostos antioxidantes, apresenta agradável aroma e sabor peculiar, sendo consumida *in natura* e amplamente utilizada na indústria de processamento de sucos, polpa, néctares, gelatinas e sorvetes, bem como ingrediente na produção de geleias e iogurtes, devido a presença de pectina, que auxilia no processo de geleificação, permitindo a redução do uso de aditivos (OLIVEIRA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2017).

A metodologia de modelagem de mistura foi utilizada como planejamento experimental para o desenvolvimento deste novo produto (BRAGA; CONTI-SILVA, 2015; DE SOUZA *et al.*, 2012; DUCOSKY *et al.*, 2006). Esta metodologia leva em consideração que as propriedades de uma mistura são determinadas pela proporção entre os componentes, e não pela sua quantidade total (BARROS-NETO; SCARMÍNIO; BRUNS, 2010). Outra ferramenta estatística empregada no desenvolvimento do novo produto foi a função de desejabilidade (DE JESUS FILHO *et al.* 2018; GARCIA *et al.*, 2012; NATABIRWA *et al.*, 2018), que permitiu estabelecer critérios de otimização e forneceu o melhor valor de resultado para as respostas combinadas (VERA-CANDIOTI *et al.*, 2014).

Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar o efeito das concentrações de suco de laranja e polpas de uva e goiaba no conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante de frutas estruturadas, empregando-se a metodologia de modelagem de misturas, bem como, verificar por meio da função de desejabilidade quais as proporções das matérias-primas permitem obter uma fruta estruturada com maior conteúdo de compostos bioativos e potencial antioxidante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

O suco de laranja integral era procedente de Paranavai (estado do Paraná, Brasil) e as polpas integrais pasteurizadas e congeladas de uva (cultivares Isabel e Concord) e goiaba (cultivar Paluma) eram procedentes de uma indústria de alimentos localizada em Jundiá (estado de São Paulo, Brasil). As matérias-primas foram adquiridas de um mesmo lote no comércio de São José do Rio Preto, estado de São Paulo, Brasil.

O suco de laranja apresentou conteúdo de sólidos solúveis de 10,5 °Brix, *ratio* de 14,71, açúcares totais de 8,82 g glicose/100 g e 84,55 mg/100 g de ácido ascórbico. A polpa de uva apresentou conteúdo de 20,74 °Brix de sólidos solúveis, 0,57 g de ácido tartárico/100 g, 12,32 g glicose/100 g de açúcares totais, 3,35 de pH e 19,81 g/100 g de sólidos totais. A polpa de goiaba apresentou conteúdo de sólidos solúveis de 7,0 °Brix, 0,80 g ácido cítrico/100 g, 13,83 g glicose/100 g de açúcares totais, pH de 4,2, 9,01 g/100 g de sólidos totais e 111,20 mg/100 g de ácido ascórbico. É possível observar que as matérias-primas se encontravam em acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2000).

2.2 Desenvolvimento de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba

Um planejamento experimental *simplex* para misturas ternárias com duas repetições do ponto central, totalizando 12 ensaios, foi utilizado a fim de avaliar a influência de cada matéria-prima na fruta estruturada. As variáveis independentes foram suco de laranja (SL), polpa de uva (PU) e polpa de goiaba (PG).

Para melhor visualização dos efeitos das variáveis independentes (SL, PU e PG) foram utilizados os pseudocomponentes que, neste estudo, foram determinados conforme a equação proposta por Barros-Neto, Scarmínio e Bruns (2010) (Equação 1). Foi determinado que cada ensaio teria no máximo 70% e no mínimo 15% de cada variável independente (Tabela 1), segundo testes preliminares.

$$Xi = \frac{ci - ai}{1 - \sum_{i=1}^q ai} \quad \text{Equação 1}$$

$$\sum_{i=1}^q ai \quad \text{Onde: } 0 \leq ai \leq ci; \\ < 1$$

$i = 1, 2, 3, \dots, q$; em que xi é a quantidade da variável independente, em termos de pseudocomponente, ci é a quantidade real da variável independente, e ai é o limite inferior da quantidade da variável independente.

Tabela 1: Planejamento experimental centróide *simplex* para misturas ternárias com as proporções de suco de laranja (SL), polpa de uva (PU) e polpa de goiaba (PG) representados por valores reais e pseudocomponentes.

Ensaio	Ordem de Preparo Aleatorizada	Proporções Reais			Pseudocomponentes		
		SL (c1)	PU (c2)	PG (c3)	SL (X ₁)	PU (X ₂)	PG (X ₃)
1	7°	0,70	0,15	0,15	1	0	0
2	3°	0,15	0,70	0,15	0	1	0
3	12°	0,15	0,15	0,70	0	0	1
4	2°	0,425	0,425	0,15	0,5	0,5	0
5	8°	0,425	0,15	0,425	0,5	0	0,5
6	5°	0,15	0,425	0,425	0	0,5	0,5
7	6°	0,516	0,242	0,242	0,67	0,17	0,17
8	9°	0,242	0,516	0,242	0,17	0,67	0,17
9	10°	0,242	0,242	0,516	0,17	0,17	0,67
10	4°	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
11	11	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
12	1°	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

X₁+ X₂+X₃= 1 ou 100%. Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, as matérias-primas (variáveis independentes SL, PU e PG) puderam ser expressas em pseudocomponentes, utilizando a equação 2.

$$x (SL/PU/PG) = \frac{c SL/PU/PG - 0,15}{1-(0,15+0,15+0,15)} \quad \text{Equação 2}$$

em que x é quantidade da variável independente, em termos de pseudocomponente, e c é a quantidade real da variável independente.

A quantidade de suco de laranja e de polpas de uva e goiaba referente a cada ensaio foi aquecida a 60 °C em banho-maria, durante 15 min. À mistura aquecida e sob agitação (*mixer* modelo RI1341, Philips Walita – 300 W) foram adicionados 1% (m/m) do hidrocolóide pectina de baixa metoxilação (GENU® pectin type LM-102 AS, CP KELCO, Limeira, Brasil) e 1% (m/m) de fosfato de cálcio bibásico anidro (Dinâmica, São Paulo, SP, Brasil), mantendo-se essa agitação por 5 min. As pectinas de baixa metoxilação (grau de metoxilação inferior a 50%) podem produzir géis em uma ampla faixa de sólidos solúveis (10 a 80%), visto que não há necessidade de altas concentrações deste soluto, e em qualquer meio ácido ou menos ácido, a um pH que pode variar de 3,0 a acima de 5,0. No entanto, a gelificação deste tipo de pectina é conduzida pela interação entre a pectina e íons cálcio. Essas pectinas contêm quantidades maiores de grupos de ácido carboxílico livres, que podem interagir com íons divalentes como o Ca²⁺, resultando na formação de uma rede contínua cristalina tridimensional, onde as moléculas de água ficam presas em máxima coalescência, que pode

ser explicada pelo modelo “caixa de ovo”. De acordo com esse modelo duas ou mais cadeias de pectina cooperam num mecanismo de ligação, onde um número adjacente de resíduos são não-metoxilados, formam quelatos de íons Ca^{2+} . Estes íons vão atuar como ligantes entre as cadeias de pectina formando a estrutura do gel sem necessidade do açúcar (CAVALCANTI, 2012; LÖFGREN; HERMANSSON, 2007). O pH dos ensaios variaram entre 3,62 e 4,11 e o conteúdo de sólidos solúveis entre 12,7 e 15,3 °Brix, justificando o emprego de pectina de baixa metoxilação.

Para a moldagem dos estruturados foram utilizadas formas de silicone (Lakeland, Reino Unido) de 37x27 cm, com capacidade para 800 g de amostra. As frutas estruturadas foram mantidas sob refrigeração a 10 °C, durante 24 h, para completarem a gelificação. Após isso, os estruturados (500 g) foram submetidos à desidratação em estufa com circulação e renovação de ar (modelo TE-394/2, Tecnal, Brasil) a 60 °C, como descrito por Addai *et al.* (2016) e Yilmaz *et al.* (2017). A secagem foi realizada até massa constante (aproximadamente 8 h).

Após a execução do experimento e a coleta dos resultados, foi realizado o ajuste da equação polinomial para cada variável resposta, estimando-se os respectivos coeficientes, por meio dos modelos canônicos de *Scheffé*, para os três pseudocomponentes: modelo linear (Equação 3) e suas interações (Equação 4):

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad \text{Equação 3}$$

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 \quad \text{Equação 4}$$

em que y é a variável resposta, β é o coeficiente de regressão para cada pseudocomponente do modelo, x_1 é suco de laranja, x_2 é polpa de uva e x_3 é polpa de goiaba.

As variáveis respostas foram: ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais, flavonoides amarelos, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante total, textura instrumental, umidade, atividade de água e parâmetros de cor (Luminosidade, Cromo e Hue). A representação gráfica do sistema de misturas de cada variável resposta foi construída utilizando-se diagramas triangulares.

2.3 Métodos

As matérias-primas e as frutas estruturadas desenvolvidas foram avaliadas quanto ao conteúdo de ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais, flavonoides amarelos, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante total e parâmetros de cor. As frutas

estruturadas foram avaliadas ainda, quanto à textura instrumental, atividade de água e umidade. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3.1 Ácido Ascórbico

A determinação do conteúdo de ácido ascórbico foi baseada na oxidação do ácido ascórbico pelo reagente 2,6-diclorofenolindofenol (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (AOAC, 2005; BENASSI; ANTUNES, 1988). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g.

2.3.2 Carotenoides totais

O conteúdo de carotenoides totais foi determinado de acordo com o método descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), empregando acetona (Dinâmica, São Paulo, SP, Brasil) para a extração dos carotenoides nas matérias-primas e solução de álcool metílico (LabSynth, Diadema, SP, BRA) e tetrahidrofurano (LabSynth, Diadema, SP, BRA) (1:1, v/v) para extração dos carotenoides nas frutas estruturadas. A leitura da absorvância foi realizada a 450 nm (para suco de laranja) e a 470 nm (para polpa de goiaba e frutas estruturadas), em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA), sendo o conteúdo de carotenoides totais calculado a partir do coeficiente de absorção ($\mathcal{E}_{1cm}^{1\%}$) do β -caroteno e do licopeno em éter de petróleo (LabSynth, Diadema, SP, BRA) de 2592 e 3450, respectivamente. Os resultados foram expressos em μg β -caroteno/100 g (para suco de laranja), μg licopeno/100 g (para polpa de goiaba) e μg licopeno/g (para as frutas estruturadas).

2.3.3 Antocianinas totais e flavonoides amarelos

O conteúdo de antocianinas totais e flavonóides amarelos foram determinados de acordo com metodologia descrita por Francis (1982). A leitura da absorvância foi realizada a 374 nm para flavonoides amarelos e 535 para antocianinas totais, em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA). O conteúdo de flavonoides amarelos e antocianinas totais foi calculado (mg antocianinas totais ou flavonoides amarelos/100 g) usando coeficiente de absorção ($\mathcal{E}_{1cm}^{1\%}$) de 982 e 766, respectivamente (Silva *et al.*, 2014).

2.3.4 Compostos fenólicos totais

A extração dos compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com metodologia descrita por Lago-Vanzela *et al.* (2011) com pequenas modificações. A matéria-prima foi homogeneizada com solução extratora de metanol (LabSynth, Diadema, SP, BRA) e ácido fórmico (LabSynth, Diadema, SP, BRA) (97:3, v/v) (10 mL) e as frutas estruturadas foram homogeneizadas com solução extratora de metanol (LabSynth, Diadema, SP, BRA), água destilada e ácido fórmico (LabSynth, Diadema, SP, BRA) (50:48.5:1.5, v/v) (10 mL). Após, foram submetidas a 1 min de agitação (agitador de tubos tipo vortex, modelo AP-56, marca Phoenix, Brasil), banho de ultrassom (modelo CE-160, marca CienlaB, Brasil) a temperatura ambiente durante 15 min e posterior centrifugação (centrífuga modelo Jouan BR4i Multifunction, marca Thermo Electron Corporation, França) a 9000 rpm por 30 min a 5 °C. Em seguida, foi recolhido o sobrenadante de cada uma das repetições e reservado em balão de 50 mL. Foram realizadas mais 2 extrações, atingindo a exaustão da amostra e maximizando a retirada dos compostos de interesse.

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais das matérias-primas e das frutas estruturadas, as alíquotas do filtrado (200 µL) adicionou-se 60 µL do reagente de Folin-Ciocalteu 2N (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA). Após 6 min, 2 mL de solução de carbonato de sódio (LabSynth, Diadema, SP, BRA) (7%, v/v) foi adicionado à mistura, e o volume final foi ajustado com água destilada para 5 mL. A mistura foi deixada em repouso à temperatura ambiente durante 2 h. As leituras de absorvância foram feitas a 720 nm, em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA). A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de ácido gálico (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (72-200 µg/mL) e os resultados expressos em mg de equivalente em ácido gálico (EAG)/100 g (MACORIS *et al.*, 2012; VIRGOLIN; SEIXAS; JANZANTTI, 2017; WATERHOUSE, 2014).

2.3.5 Atividade antioxidante total

A atividade antioxidante total foi avaliada pela captura do radical livre DPPH (RUFINO *et al.*, 2010), a partir dos extratos obtidos como descrito acima, com modificações. Os resultados foram expressos em µmol de trolox/g. A solução de DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) (0,06 mM) (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) foi preparada pela dissolução do reagente DPPH em álcool metílico (LabSynth, Diadema, SP, BRA). Em ambiente escuro, em um balão de 5 mL foram transferidos 100 µL de alíquota do extrato e

misturados a 4.5 mL da solução de DPPH. O volume final foi ajustado com álcool metílico. Após 30 min foi realizada a leitura (515 nm) em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA), e utilizou-se álcool metílico como branco para calibrar o espectrofotômetro. A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de trolox (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (200 - 800 µM).

2.3.6 Análise de cor

A análise de cor foi realizada em colorímetro (modelo Color Flex 45/0) da Hunterlab (Reston, Estados Unidos) e programa Hunterlab Universal, com iluminante D65 e observador 10°. Foram analisados os valores de luminosidade, Cromo (saturação) e Hue (tonalidade). As matérias-primas e as frutas estruturadas foram colocadas em uma cápsula circular de quartzo e analisadas em três replicatas. Cada replicata foi girada quatro vezes em torno do próprio eixo (0°, 90°, 180° e 270°), resultando em doze valores para cada matéria-prima e ensaio.

Os valores absolutos das coordenadas retangulares L^* , a^* e b^* foram obtidos. Por meio das coordenadas a^* e b^* foi possível calcular, em coordenadas cilíndricas, *Chroma* e *Hue*. A equação 5 calcula o *Chroma*, que caracteriza a vivacidade da cor da amostra analisada, enquanto a equação 6 determina o ângulo *Hue* (h°) das frutas estruturadas formuladas.

$$C^* = \sqrt{((a^*)^2 + (b^*)^2)} \quad \text{Equação 5}$$

$$h^\circ = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Equação 6}$$

2.3.7 Análise de textura

Com o objetivo de simular a ação da mordida humana, as frutas estruturadas foram avaliadas por meio de um analisador de textura. Empregou-se o texturômetro TA.XT/Plus/50 e o programa Exponent (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra), em que foi analisada a força de corte dos estruturados (três replicatas para cada ensaio). As análises foram realizadas utilizando um probe *Blade set* com guilhotina, velocidade de pré-teste de 2 mm/s e velocidade de teste de 1 mm/s. O corte foi feito perpendicularmente à amostra até sua completa ruptura. Os estruturados foram padronizados quanto ao tamanho (retângulos de 2,5 x 4 cm) para realização da análise e o pico da força obtida, em Newtons (N), foi considerado como resultado do teste.

2.3.8 Umidade e atividade de água

A atividade de água das frutas estruturadas foi realizada utilizando-se higrômetro elétrico (modelo Aw Sprint, Axair Ltd., Suíça). A umidade das frutas estruturadas foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105 °C (AOAC, 2005).

2.4 Análise Estatística

Os resultados do planejamento experimental foram submetidos à análise de regressão múltipla, sendo consideradas as variáveis independentes cujo coeficiente apresentou nível de significância menor ou igual a 0,05, e à análise de variância para verificação da significância da regressão ($p \leq 0,05$) e falta de ajuste do modelo ($p > 0,05$). O coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) indica a porcentagem da variação do resultado explicada pelo modelo, sendo que quanto mais próximo de 1 estiver este valor (100%), melhor será o ajuste às respostas observadas (CORNELL, 1990). Quando apropriado, o diagrama triangular foi construído, considerando apenas os coeficientes significativos da equação do modelo (BARROS-NETO; SCARMÍNIO; BRUNS, 2010).

Para a determinação das melhores concentrações de matéria-prima na obtenção de fruta estruturada com conteúdo elevado de compostos bioativos e potencial antioxidante foi realizado a função de desejabilidade, abordagem proposta por Derringer e Suich (1980). Esta função envolve a transformação de cada variável de resposta estimada Y_i ($i = 1, 2$) a um valor de desejabilidade individual d_i cujos valores variam de 0 a 1. Basicamente, se a resposta estiver fora de uma região aceitável, então $d_i = 0$ e, se a resposta estiver em seu alvo, $d_i = 1$. Em seguida, as variáveis do planejamento são escolhidas para maximizar a conveniência geral da combinação respostas, como segue:

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_m \dots)^{1/m} \quad \text{Equação 7}$$

onde m é o número de respostas.

Se o alvo (o valor mais desejável) c_i estiver localizado entre os limites mínimos ($Y_{i,min}$) e máximos ($Y_{i,max}$), as transformações são dadas por:

$$d_i = \begin{cases} \left[\frac{Y_i - Y_{i,min}}{c_i - Y_{i,min}} \right]^s & Y_{i,min} \leq Y_i \leq c_i \\ \left[\frac{c_i - Y_i}{c_i - Y_{i,max}} \right]^t & c_i \leq Y_i \leq Y_{i,max} \\ 0 & Y_i < Y_{i,min} \text{ or } Y_i > Y_{i,max} \end{cases} \quad \text{Equação 8}$$

Os valores s e t são especificados pelo pesquisador para indicar a importância de Y_i ser próximo ao alvo c_i (MONTGOMERY, 2001).

Como na função “Response Desirability Profiling” utilizada para a determinação das concentrações mais adequadas do software Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA), não é possível atribuir pesos para as análises, utilizou-se os parâmetros físico-químicos relevantes para o objetivo da pesquisa, ou seja, os conteúdos de ácido ascórbico, antocianinas totais, flavonoides amarelos, carotenoides totais, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total. Cálculos foram feitos para otimizar as formulações das frutas estruturadas nos intervalos utilizados para as variáveis independentes (suco de laranja, polpa de uva e polpa de goiaba). Exceção foram apenas os parâmetros umidade e atividade de água que não apresentaram modelos significativos ($p > 0,05$), os parâmetros de cor luminosidade, Cromo e Hue, e a textura.

Todas as análises foram realizadas empregando o *software* Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização físico-química da matéria-prima

Os resultados da caracterização físico-química das matérias-primas encontram-se na Tabela 2. A polpa de goiaba avaliada neste trabalho apresentou conteúdo de ácido ascórbico (111,20 mg de ácido ascórbico/100 g) superior, e de carotenoides totais (4430,81 μ g licopeno/100 g) e compostos fenólicos totais (150,49 mg EAG/100 g) inferiores ao da polpa de goiaba vermelha da variedade Paluma (85,9 mg de ácido ascórbico/100 g; 6999,3 μ g licopeno/100 g e 159,8 mg EAG/100 g, respectivamente) (OLIVEIRA *et al.*, 2011). O suco de laranja avaliado apresentou maior conteúdo de compostos fenólicos totais (62,82 mg EAG/100 g) quando comparado aos sucos avaliados por Stella *et al.* (2011), em que o maior conteúdo descrito para este parâmetro foi de 52,52 mg EAG/100 g.

Os conteúdos de antocianinas totais variaram nas matérias-primas analisadas entre 0,25 mg/100 g (suco de laranja) e 19,01 mg/100 g (polpa de uva) e os conteúdos de flavonoides amarelos entre 4,51 mg/100 g (suco de laranja) e 17,04 mg/100 g (polpa de uva). A polpa de uva apresentou menores conteúdos de antocianinas totais quando comparada a polpa de uva (30,9 mg/100 g) avaliada por Kuskoski *et al.* (2006). No entanto, demonstrou maiores conteúdos de flavonoides amarelos quando comparadas as polpas avaliadas por

Rufino *et al.* (2010): bacuri (16,9 mg/100 g), mangaba (15 mg/100 g), murici (13,8 mg/100 g) e umbu (6,9 mg/100 g).

Tabela 2: Caracterização físico-química das matérias-primas.

Parâmetro	Suco de Laranja	Polpa de Uva	Polpa de Goiaba
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	84,55±0,74	na	111,20±1,10
CT (µg β-caroteno/100 g)	481,40±9,92	na	Na
CT (µg licopeno/100 g)	Na	na	4430,81±99,36
AT (mg/100g)	0,25±0,09	19,01±1,33	0,54±0,48
FA (mg/100 g)	4,51±0,53	17,04±1,11	6,66±0,64
CFT (mg EAG /100 g)	62,82±0,02	275,93±0,11	150,49±0,08
AAT (µMol trolox/g)	0,53±0,13	8,05±0,14	5,32±0,05
Luminosidade	53,17±0,01	1,06±0,01	47,06±0,01
Croma	51,75±0,03	2,78±0,12	40,25±0,02
Hue	87,28±0,01	16,23±0,77	43,37±0,02

Média±desvio padrão; n=3; na=não avaliado; CT: Carotenoides Totais; AT: Antocianinas Totais; FA: Flavonoides Amarelos; CFT: Compostos Fenólicos Totais; EAG: Equivalente em Ácido Gálico; AAT: Atividade Antioxidante Total. Fonte: Elaborado pelo autor.

A atividade antioxidante total variou, nas matérias-primas analisadas, entre 0,53 µmol trolox/g, para o suco de laranja e 8,05 µmol trolox/g para a polpa de uva. Kuskoski *et al.* (2006) avaliaram a atividade antioxidante total de polpa de uva e descreveram valores muito semelhantes ao da presente pesquisa, entre 7,0 e 8,5 µmol trolox/g.

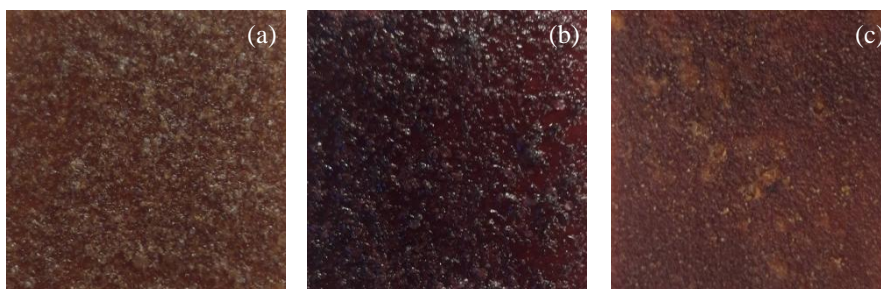
Nos resultados obtidos para a avaliação da cor das matérias-primas analisadas, usando o parâmetro luminosidade (L^*), que indica a reflectância da luz, relata-se que o suco de laranja e a polpa de goiaba apresentaram-se mais claros ($L^*=53,17$ e $47,06$, respectivamente) que a polpa de uva ($L^*=1,06$). O Croma (C^*) indica a saturação de cor, sendo que quanto maiores seus valores, mais limpas e mais vivas são as cores. Assim, o suco de laranja ($C^*=51,75$) e a polpa de goiaba ($C^*=40,25$) apresentaram cores mais saturadas que a polpa de uva ($C^*=2,78$). O valor de Hue (h°) ou tonalidade, que se refere à cor propriamente dita (DUANGMAL; SAICHEUA; SUEEPRASAN, 2008), evidencia que o suco de laranja apresentou faixa de cor variando entre o laranja e o amarelo ($h^\circ = 87,28$), a polpa de uva cor vermelha ($h^\circ = 16,23$) e a polpa de goiaba cor laranja ($h^\circ = 43,37$).

3.2 Caracterização físico-química das frutas estruturadas

A Figura 1 apresenta o aspecto das frutas estruturadas elaboradas, para os ensaios com as maiores concentrações de cada matéria-prima. As frutas estruturadas foram produzidas em

ordem aleatória e de forma padronizada, indicando que as diferenças existentes devem-se à composição das formulações.

Figura 1: Frutas estruturadas elaboradas. (a): ensaio 1 (70% SL; 15% PU; 15% PG); (b): ensaio 2 (15% SL; 70% PU; 15% PG); (c): ensaio 3 (15% SL; 15% PU; 70% PG).



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados da caracterização físico-química das frutas estruturadas encontram-se na Tabela 3. Verificaram-se diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) para todos os parâmetros físico-químicos avaliados. A umidade e a atividade de água apresentaram pequena variação para as diferentes frutas estruturadas, demonstrando controle de processo de secagem. A umidade variou entre 16,22% (Ensaio 7) a 18,95% (Ensaio 8) e a atividade de água entre 0,54 (Ensaio 7 e 11) e 0,65 (Ensaio 5) (Tabela 2), valores estes muito semelhantes aos descritos por Oliveira *et al.* (2012) para estruturados de abacaxi (atividade de água entre 0,58 a 0,68).

Os estruturados de frutas obtidos neste estudo foram classificados como alimentos de atividade de água intermediária (umidade entre 20% e 50% e atividade de água entre 0,60 e 0,85) (OLIVEIRA *et al.*, 2012). A atividade de água reflete a água livre presente em alimentos disponível para o crescimento de microrganismos e ocorrência de reações de deterioração, como, por exemplo, escurecimento, oxidação, hidrólise, entre outras. A secagem, além de reduzir o teor de água livre, essencial para a estabilização microbiológica do produto, também contribui para melhorar a textura do produto (GRIZOTTO; AGUIRRE; MENEZES, 2005).

As equações ajustadas que representam o resultado das análises físico-químicas estão expressas na Tabela 4. Todos os parâmetros avaliados sofreram influência das variáveis independentes de forma isolada e/ou em associação, com exceção dos parâmetros umidade e atividade de água, em que não foi obtido ajuste significativo.

Os conteúdos de carotenoides totais, atividade antioxidante total, antocianinas totais, Luminosidade e Croma das frutas estruturadas elaboradas apresentaram modelos lineares, ou seja, sofreram influência das variáveis independentes de maneira isolada (Tabela 4).

O conteúdo de carotenoides totais nas frutas estruturadas elaboradas foi influenciado significativamente pelas proporções de suco de laranja e polpa de goiaba (Tabela 4), sendo que quanto maiores as proporções de polpa de goiaba às formulações, maiores os conteúdos deste composto bioativo, o que é representado pelo Ensaio 3 (15% SL; 15% PU; 70% PG), em que foi verificado o maior conteúdo de carotenoides totais ($p \leq 0,05$), correspondente a 178,58 μg de licopeno/g. Tal resultado já era esperado, pois a goiaba apresentou quantidades expressivas de carotenoides totais (4430,81 μg licopeno/100 g). Para a goiaba, o carotenoide de destaque é o licopeno. Ainda que não apresente atividade pró-vitamina A, característica representativa dos carotenoides, o licopeno exibe efeito antioxidante e cardioprotetor, ao reduzir os níveis de colesterol total, LDL-c e triglicérides (KULCZYN'SKI *et al.*, 2017). Além disso, o processamento térmico de alimentos pode aumentar a biodisponibilidade do licopeno, devido à liberação da matriz do alimento (FERNANDES *et al.*, 2007). Assim, as frutas estruturadas desenvolvidas configuram-se como importantes fontes deste composto que exibe propriedades bioativas.

O conteúdo de carotenoides totais do estruturado misto de terebá e mamão foi de 9,31 $\mu\text{g/g}$ (CARVALHO, 2007), valor esse inferior ao descrito por este trabalho (Tabela 2). O conteúdo de carotenoides totais na fruta estruturada simples de ciriguela e na fruta estruturada mista de ciriguela e acerola, avaliadas por Cavalcanti (2012), foram de, respectivamente, 6,79 μg de β -caroteno/g e 7,78 μg de β -caroteno/g. Silva, Carvalho e Pinto (2009) elaboraram e caracterizaram frutas estruturadas mistas de goiaba e cajá e relataram conteúdo de carotenoides totais de 15,45 mg/g (formulação de 60% polpa de cajá e 40% de polpa de goiaba), 20,69 mg/g (formulação de 40% de polpa de cajá e 60% de polpa de goiaba) e 21,88 mg/g (formulação de 50% de polpa de cajá e 50% polpa de goiaba).

Tabela 3: Caracterização físico-química das frutas estruturadas.

Ensaio	Pseudocomponentes (Concentrações Reais)			Parâmetros											
	SL	PU	PG	AA	CT	AT	FA	CFT	AAT	U	Tex	Aw	L*	C*	Hue
1	1 (0,70)	0 (0,15)	0 (0,15)	364,14± 2,64	50,08± 3,26	9,78± 0,17	43,81± 1,15	615,89± 0,04	19,81± 0,83	17,35± 0,54	25,23± 4,24	0,63± 0,01	31,55± 0,34	16,89± 0,17	48,47± 0,26
2	0 (0,15)	1 (0,70)	0 (0,15)	385,00± 114,15	31,02± 4,59	38,03± 0,19	56,73± 1,42	1009,70± 0,19	35,38± 0,86	18,64± 0,44	8,83± 1,27	0,63± 0,01	19,34± 0,16	5,97± 0,07	17,69± 0,89
3	0 (0,15)	0 (0,15)	1 (0,70)	919,17± 92,22	178,58± 26,70	11,87± 1,20	57,13± 1,37	1505,54± 0,60	49,20± 2,32	17,19± 0,42	42,27± 19,88	0,64± 0,01	27,05± 0,15	17,16± 0,11	37,90± 0,42
4	0,5 (0,425)	0,5 (0,425)	0 (0,15)	491,96± 10,78	54,69± 0,04	23,38± 0,43	47,05± 1,23	849,07± 0,46	30,00± 0,56	16,81± 0,12	14,83± 1,06	0,63± 0,01	27,05± 0,25	10,14± 0,17	28,43± 0,33
5	0,5 (0,425)	0 (0,15)	0,5 (0,425)	515,70± 73,88	116,46± 2,41	9,05± 1,73	41,21± 2,63	787,48± 0,56	35,79± 0,29	17,58± 0,15	56,68± 1,20	0,65± 0,01	30,53± 0,35	16,55± 0,15	43,54± 0,09
6	0 (0,15)	0,5 (0,425)	0,5 (0,425)	1077,97± 145,98	118,30± 6,33	23,23± 0,88	57,13± 1,48	1139,46± 0,65	44,20± 2,15	18,55± 0,47	38,57± 10,11	0,58± 0,01	24,00± 0,08	11,58± 0,11	28,67± 0,26
7	0,67 (0,516)	0,17 (0,242)	0,17 (0,242)	710,99± 20,58	96,63± 9,39	15,08± 0,87	54,10± 5,72	874,18± 0,52	30,29± 0,30	16,22± 0,51	28,38± 0,71	0,54± 0,02	28,1± 0,25	15,61± 0,13	39,69± 0,27
8	0,17 (0,242)	0,67 (0,516)	0,17 (0,242)	701,18± 12,46	47,79± 15,41	32,52± 0,98	63,24± 4,45	962,42± 0,62	34,30± 0,40	18,95± 0,11	14,29± 1,25	0,60± 0,01	24,75± 0,30	10,30± 0,03	25,92± 0,28
9	0,17 (0,242)	0,17 (0,242)	0,67 (0,516)	660,21± 26,85	115,87± 2,09	18,35± 1,29	61,62± 1,61	1105,00± 0,55	43,33± 0,87	18,88± 1,85	39,77± 3,06	0,64± 0,01	27,93± 0,07	15,85± 0,11	38,37± 0,24
10	0,33 (0,33)	0,33 (0,33)	0,33 (0,33)	614,80± 33,85	52,87± 0,12	19,60 ± 0,50	57,23± 0,94	953,85± 0,26	39,40± 1,91	17,92± 0,28	23,04± 1,75	0,56± 0,01	25,6± 0,15	12,57± 0,07	33,81± 0,45
11	0,33 (0,33)	0,33 (0,33)	0,33 (0,33)	874,05± 47,58	47,26± 0,19	19,36± 0,34	59,24± 3,98	950,63± 0,56	36,15± 0,53	18,69± 0,06	22,30± 3,67	0,54± 0,02	27,30± 0,12	13,39± 0,10	36,14± 0,21
12	0,33 (0,33)	0,33 (0,33)	0,33 (0,33)	779,68± 45,54	60,96± 2,87	23,20± 0,09	67,35± 0,18	1014,06± 0,23	37,24± 0,87	20,24± 0,89	19,25± 1,88	0,59± 0,01	25,21± 0,18	12,99± 0,10	32,91± 0,24

AA: Ácido Ascórbico (mg/100 g); CT: Carotenoides Totais (μg licopeno/g); AT: Antocianinas Totais (mg/100 g); FA: Flavonoides Amarelos (mg/100 g); CFT: Compostos Fenólicos Totais (mg equivalente em ácido gálico/100 g); AAT: Atividade Antioxidante Total (μmol trolox/g); U: umidade (%); Tex: Textura (N); Aw: Atividade de água; L*: Luminosidade; C*: Cromo; Hue ($^{\circ}$); SL: Suco de Laranja; PU: Polpa de Uva; PG: Polpa de Goiaba. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4: Equações ajustadas para os parâmetros avaliados nas frutas estruturadas.

Parâmetro	Modelo linear	p do modelo	p da falta de ajuste	R² ajustado (%)
CT	$Y_{CT} = 52,57X_1 + 165,86X_3$	0,0008	0,074	74,88
AT	$Y_{AT} = 9,69X_1 + 39,06X_2 + 12,13X_3$	0,0001	0,6818	95,02
AAT	$Y_{AAT} = 21,86X_1 + 36,39X_2 + 50,53X_3$	0,0001	0,5810	95,26
Luminosidade	$Y_L = 31,73X_1 + 20,22X_2 + 27,64X_3$	0,0001	0,6265	89,14
Croma	$Y_C = 16,57X_1 + 5,86X_2 + 17,31X_3$	0,0001	0,3082	96,75
Parâmetro	Modelo quadrático	p do modelo	p da falta de ajuste	R² ajustado (%)
AA	$Y_{AA} = 418,97X_1 + 384,15X_2 + 856,42X_3 + 1614,28 X_2X_3$	0,0497	0,5241	60,70
CFT	$Y_{CFT} = 635,38X_1 + 985,46X_2 + 1480,71X_3 - 835,44X_1X_3$	0,0011	0,3270	89,70
Hue	$Y_H = 88,08X_1 + 19,70X_2 + 38,10X_3 - 16,13X_1X_2$	0,0001	0,8249	97,70
Parâmetro	Modelo cúbico especial	p do modelo	p da falta de ajuste	R² ajustado (%)
FA	$Y_{FA} = 44,37X_1 + 57,16X_2 + 57,62X_3 + 391,57X_1X_2X_3$	0,0459	0,7579	69,45
Tex	$Y_{Tex} = 25,59X_1 + 8,58X_2 + 42,13X_3 + 92,38X_1X_3 + 51,32X_2X_3 - 510,13X_1X_2X_3$	0,000016	0,8428	89,83

X₁: suco de laranja; X₂: polpa de uva; X₃: polpa de goiaba; CT: Carotenoides Totais; AT: Antocianinas Totais; AAT: Atividade Antioxidante Total; AA: Ácido Ascórbico; CFT: Compostos Fenólicos Totais; FA: Flavonoides Amarelos; Tex: Textura. Fonte: Elaborado pelo autor.

A equação de ajuste do modelo linear (Tabela 4) permitiu observar que a atividade antioxidante das frutas estruturadas elaboradas sofreu efeito isolado das matérias-primas, sendo que as maiores proporções de polpa de goiaba acarretaram a obtenção de frutas estruturadas com maiores valores para este parâmetro. Tal ocorrência pode ser exemplificada pelo Ensaio 3 (15% SL; 15% PU; 70% PG) em que a fruta estruturada apresentou maior atividade antioxidante total (49,20 $\mu\text{mol trolox/g}$) em relação as demais frutas estruturadas elaboradas.

A polpa de goiaba apresentou expressiva atividade antioxidante, como demonstrado por esta pesquisa (5,32 $\mu\text{mol trolox/g}$), provavelmente devido ao elevado conteúdo de ácido ascórbico (111,20 mg 100/g) e compostos fenólicos totais (150,49 mg EAG/100 g) que apresenta, como já descrito por García-Betanzos *et al.* (2017). Esses antioxidantes possuem ação primária, ou seja, são capazes de transferir elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, interrompendo a reação em cadeia (ANGELO; JORGE, 2007), acarretando efeitos protetivos contra patologias cardiovasculares, neurológicas, alguns tipos de câncer, catarata, aterosclerose, artrite, diabetes e processos de envelhecimento do corpo (HAMINIUK *et al.*, 2012).

As antocianinas estão entre os pigmentos mais importantes dos vegetais, sendo responsáveis pela coloração rosa, vermelha, violeta e azul de flores e frutas (HAMINIUK *et al.*, 2012). Ocupam lugar de destaque no grupo de polifenóis encontrados em frutas, das quais se destacam as uvas (SZAJDEK; BOROWSKA, 2008). Tal fato corrobora o resultado encontrado por esta pesquisa, uma vez que a polpa de uva contribuiu significativamente para o aumento do conteúdo de antocianinas totais das frutas estruturadas elaboradas (Tabela 4). Esta ocorrência é representada pelos Ensaios 2 (15% SL; 70% PU; 15% PG) e 8 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG), em que maiores proporções de polpa de uva resultaram em maiores conteúdos de antocianinas totais (38,03 mg/100 g e 32,52 mg/100 g, respectivamente).

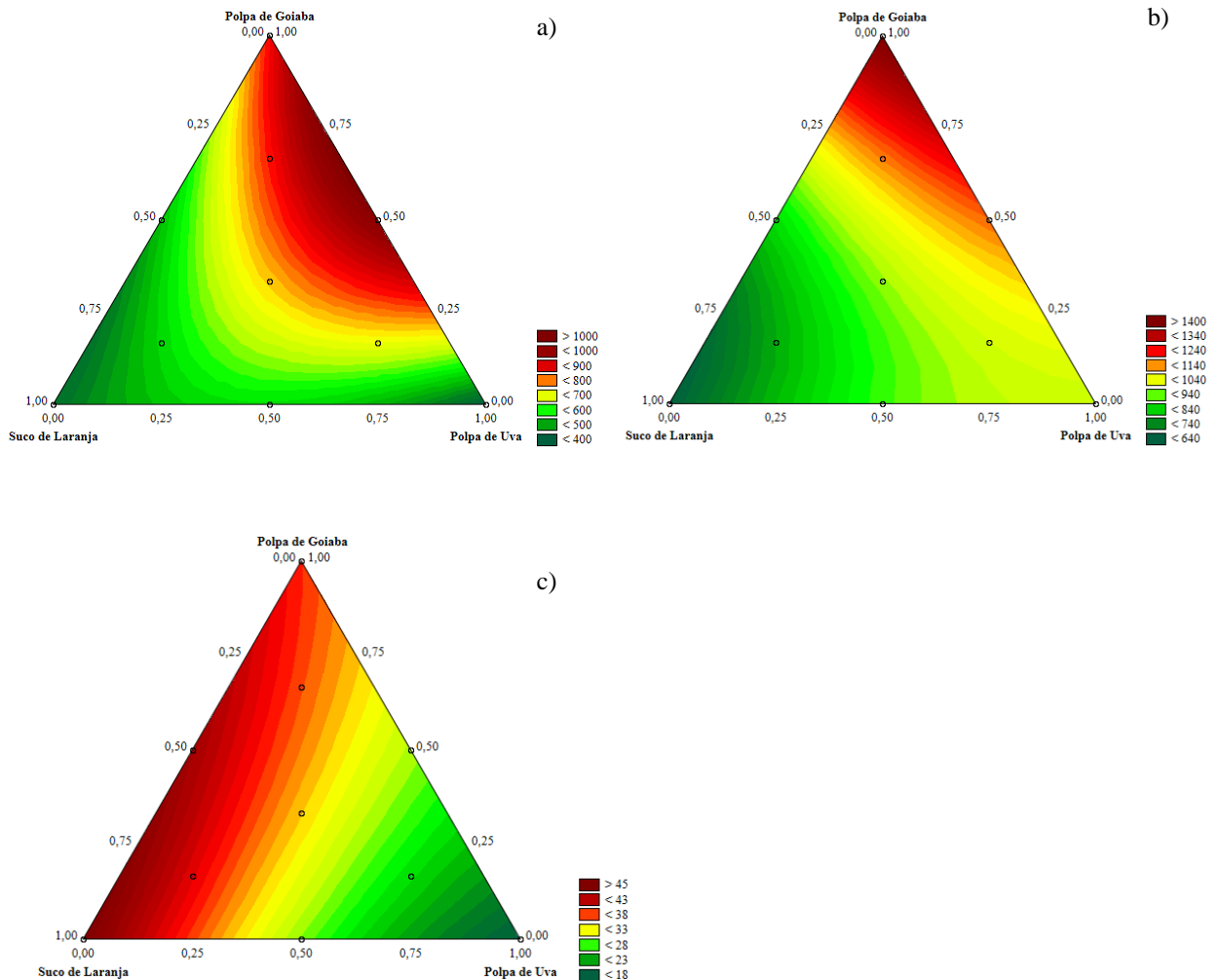
O parâmetro de cor luminosidade sofreu efeito isolado de todas as matérias-primas (suco de laranja, polpas de uva e goiaba), sendo que o aumento nas proporções de suco de laranja resultou em frutas estruturadas mais claras (Tabela 4). Tal fato pode ser exemplificado pelo Ensaio 1 (70% SL; 15% PU; 15% PG) que apresentou o maior valor para este parâmetro (31,55) em relação as demais frutas estruturadas elaboradas. Valores para o parâmetro de cor Luminosidade não são descritos na literatura consultada para frutas estruturadas.

O parâmetro de cor Cromo também sofreu efeito isolado de todas as matérias-primas. O aumento na concentração de polpa de goiaba (Tabela 4) resultou em frutas estruturadas

com maior valor para a saturação de cor, como no caso do Ensaio 3 (15% SL; 15% PU; 70% PG), em que o valor foi de 17,16 (Tabela 3). Valores superiores ao desta pesquisa para foram descritos por Quintero-Ruiz, Demarchi e Giner (2014) ao avaliarem frutas estruturadas de rosa mosqueta, em que os valores para o parâmetro de cor Croma variaram para os diferentes ensaios de 14,07 a 17,29.

Os diagramas ternários da superfície de resposta dos modelos quadráticos relativos aos conteúdos de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e Hue das frutas estruturadas elaboradas encontram-se na Figura 2.

Figura 2: Diagrama ternários da superfície de resposta dos modelos quadráticos relativos aos conteúdos de ácido ascórbico (a), compostos fenólicos totais (b) e Hue (c) das frutas estruturadas.



Fonte: Elaborado pelo autor

O conteúdo de ácido ascórbico nas frutas estruturadas foi influenciado por todas as matérias-primas, sendo que a interação entre a polpa de uva e a polpa de goiaba acarretou a

obtenção de frutas estruturadas com maior conteúdo deste composto bioativo (Figura 2a), o que é representado pelo Ensaio 6 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG), em que foi verificado um conteúdo de 1077,97 mg/100 g (maior conteúdo de ácido ascórbico entre os ensaios). A vitamina C é um nutriente essencial e desempenha papel importante no organismo humano. Atua na síntese de colágeno, na prevenção do escorbuto, além de ser um excelente antioxidante, atuando na eliminação dos radicais livres e na prevenção do estresse oxidativo (LIU, 2013). Segundo o *Institute of Medicine* (2000), a ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 90 mg ao dia para homens e 75 mg ao dia para mulheres, sendo que o limite de ingestão máximo tolerável é de 2 g por dia. A legislação brasileira vigente (BRASIL, 2012) regulamenta para que um alimento seja considerado “fonte” ou com “alto conteúdo” de vitaminas, o mesmo deve representar no mínimo 15% ou 30% da IDR (Ingestão Diária Recomendada), respectivamente, em 100 g ou 100 mL. Assim todas as frutas estruturadas elaboradas seriam consideradas com “alto conteúdo” de vitamina C.

A combinação entre as antocianinas presentes na polpa de uva e o ácido ascórbico presente no suco de laranja e na polpa de goiaba, pode ser mutuamente destrutiva na presença de oxigênio (FREITAS *et al.*, 2006; MAEDA *et al.*, 2007). O mecanismo proposto por Jurd (1972) para a degradação de ácido ascórbico na presença de antocianinas consiste na condensação direta do ácido ascórbico no carbono 4 da antocianina, causando perda de ambos, algo que contraria o resultado encontrado nesta pesquisa. No entanto, a copigmentação entre as antocianinas e outros compostos, como os carotenoides presentes em grandes quantidades na polpa de goiaba, pode ter acarretado a estabilidade do ácido ascórbico ao produto formulado, algo que explica o resultado encontrado neste estudo.

Carvalho *et al.* (2014) ao desenvolverem fruta estruturada de umbu e maracujá do mato, descreveram conteúdo de ácido ascórbico de 15,56 mg/100 g. Em pesquisa desenvolvida por Offia-Olua e Ekwunife (2015) os conteúdos de ácido ascórbico variaram de 17,53 mg/100 g para a fruta estruturada elaborada com 40% de polpa de banana, 40% de polpa de abacaxi e 20% de polpa de maçã, a 22,33 mg/100 g para o produto formulado com 60% de polpa de banana, 20% de polpa de abacaxi e 20% de polpa de maçã, valores esses, inferiores aos desta pesquisa.

A interação entre o suco de laranja e a polpa de goiaba geraram frutas estruturadas com menores conteúdos de compostos fenólicos totais (Figura 2b), e essa relação antagônica é indicada pelo sinal negativo à interação na equação de ajuste do modelo (Tabela 4). Este fato é exemplificado pelo Ensaio 5 (42,5% SL; 15% PU; 42,5% PG) que apresenta concentrações

iguais de suco de laranja e polpa de goiaba, e que demonstrou um dos menores conteúdos de compostos fenólicos totais, correspondendo a 787,48 mg EAG/100 g.

Yilmaz *et al.* (2017) ao avaliarem o conteúdo de compostos fenólicos totais de *fruit leather* de romã, verificaram que os conteúdos deste composto bioativo apresentou variação entre 742,45 mg EAG/100 g e 868,84 mg EAG/100 g. Tais valores são semelhantes aos descritos por esta pesquisa (Tabela 3). Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008) propuseram uma classificação para o conteúdo de polifenóis em alimentos, sendo: baixo (< 1000 mg EAG/100 g), médio (1000-5000 mg EAG/100 g) e alto conteúdo (> 5000 mg EAG/100 g). As frutas estruturadas dos ensaios 1, 4, 5, 7, 8, 10 e 11 seriam classificadas com baixo conteúdo de compostos fenólicos, enquanto às dos ensaios 2, 3, 6, 9 e 12 seriam classificadas com médio conteúdo de polifenóis, demonstrando que a polpa de uva (275,93 mg EAG/100 g) e a polpa de goiaba (150,49 mg EAG/100 g) são importantes matérias-primas na obtenção de frutas estruturadas com conteúdo relevante deste composto bioativo. Convém destacar que os compostos fenólicos de frutas podem proporcionar uma série de benefícios aos seres humanos através de diversos mecanismos. O melhor descrito e o mais conhecido é por meio de suas propriedades antioxidantes, eliminando espécies reativas de oxigênio, e de modulação do estresse oxidativo biológico, prevenindo danos aos lipídios celulares, proteínas e ao DNA (HAMINIUK *et al.*, 2012).

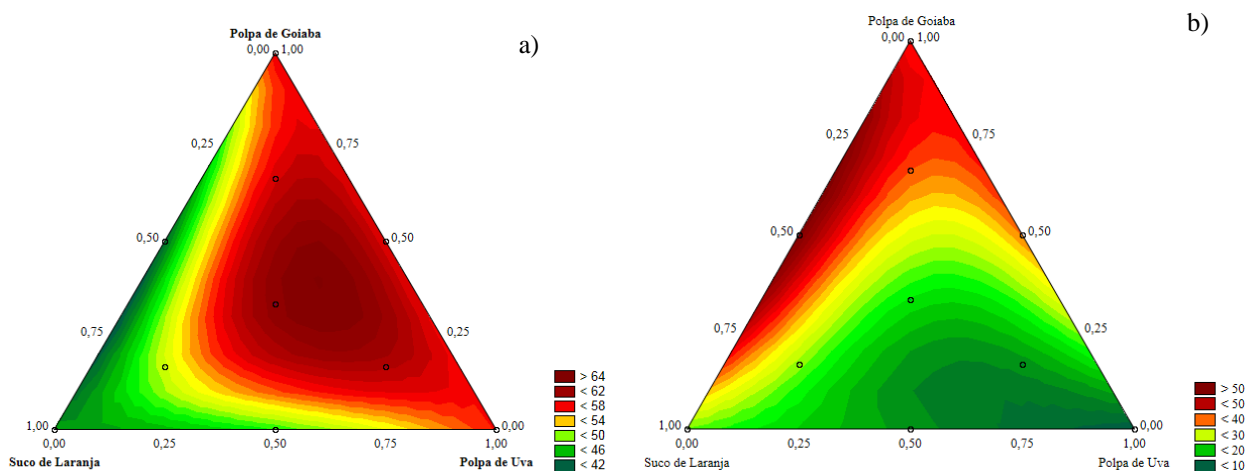
A interação entre o suco de laranja e a polpa de uva reduziram os valores do parâmetro de cor Hue (Figura 2c) para as frutas estruturadas elaboradas, e essa relação antagonista é indicada pelo sinal negativo à interação na equação de ajuste do modelo (Tabela 4). Esta ocorrência faz com que as amostras tendam a uma coloração vermelha. Portanto a fruta estruturada com maior concentração de polpa de uva e suco de laranja e menores proporções de polpa de goiaba (Ensaio 4 - 42,5% SL; 42,5% PU; 15% PG) apresentaram um dos menores valores de Hue (28,43). Não foram verificadas na literatura consultada pesquisas que avaliaram a influência da matéria-prima nos parâmetros de cor de frutas estruturadas.

Os diagramas ternários da superfície de resposta dos modelos cúbicos especiais relativos aos conteúdos de flavonoides amarelos e à textura das frutas estruturadas elaboradas estão apresentados na Figura 3.

O conteúdo de flavonoides amarelos das frutas estruturadas foi influenciado pela interação sinérgica entre as três matérias-primas (Figura 3a), isto é, a interação de terceira ordem causou aumento no conteúdo de flavonoides amarelos das frutas estruturadas. Sendo assim, o maior conteúdo de flavonoides amarelos (67,35 mg/100 g) foi obtido pelo Ensaio 12,

em que há a mistura de proporções iguais das matérias-primas (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG). Os flavonoides são compostos amplamente distribuídos em frutas, responsáveis pelas cores amarelas, vermelhas e azuis das mesmas. São reconhecidos como importantes antioxidantes naturais devido ao seu alto potencial redox e a sua capacidade de quelar metais (HAMINIUK *et al.*, 2012). No entanto, conteúdos de flavonoides amarelos não são descritos na literatura consultada para frutas estruturadas.

Figura 3: Diagramas ternários da superfície de reposta dos modelos cúbicos especiais relativos aos conteúdos de flavonoides amarelos (a) e à textura (b) das frutas estruturadas.



Fonte: Elaborado pelo autor

A textura é considerada o atributo sensorial que mais influencia a aceitabilidade de produtos processados (GRIZOTTO *et al.*, 2005), sendo definida como o conjunto das propriedades mecânicas (firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade e viscosidade) da superfície e da forma geométrica dos alimentos (FOEGEDING, 2007; SZCZESNIAK, 2002). A análise de textura assume grande importância na indústria de alimentos no controle do processo de fabricação, matérias-primas, produto final e desenvolvimento de novos produtos, pois é um importante fator para a aceitação sensorial dos alimentos.

A análise de textura avaliou a força necessária para causar uma deformação nos estruturados de frutas, que neste caso foi o seu corte, assemelhando-se a mordida humana. O valor de textura variou entre 8,83 (Ensaio 2) a 56,68 N (Ensaio 5). No presente estudo, todos os estruturados apresentaram textura mastigável e nenhum produto apresentou textura pastosa.

A força de corte dos estruturados de frutas foi influenciada pela interação sinérgica entre as três matérias-primas (suco de laranja, polpa de uva e polpa de goiaba) (Figura 3b), isto é, a interação de terceira ordem causou redução neste parâmetro. Este fato é indicado pelo sinal negativo anterior a interação na equação de ajuste do modelo. Por outro lado, as

interações entre o suco de laranja e a polpa de goiaba, e entre a polpa de uva e a polpa de goiaba acarretaram aumento na força necessária para cortar os estruturados. O estruturado com menor concentração de suco de uva e proporções iguais de suco de laranja e polpa de goiaba (Ensaio 5 – 42,5% SL; 15% PU; 42,5% PG) apresentou maior valor de força de corte (56,68 N) enquanto o estruturado com maior concentração de polpa de uva (Ensaio 2) apresentou menor força de corte (8,83 N).

A textura de estruturados de frutas em relação a sua firmeza foi relatada para mamão (valores entre 0,76 e 15,37 N) (GRIZOTTO *et al.*, 2005); mistura de abacaxi, manga e mamão (0,37 a 4,08 N) (GRIZOTTO; AGUIRRE; MENEZES, 2005); cajá (1,82 a 7,26 N) (LINS *et al.*, 2014) e manga (10,72 Kgf) (AZEREDO *et al.*, 2006). Os valores de firmeza obtidos para os estruturados de laranja, uva e goiaba, deste estudo, foram intermediários aos relatados na literatura. Ainda que se verifiquem estas pesquisas avaliando a textura de frutas estruturadas, Grizotto *et al.* (2005) relatam que há carência de informações sobre os procedimentos tecnológicos empregados, a correta formulação dos ingredientes usados na elaboração de produtos estruturados e o efeito da secagem na textura dos produtos estruturados.

De uma maneira geral, os ajustes dos modelos (Tabela 4) e os diagramas ternários de superfície de resposta (Figuras 2 e 3) demonstraram que o aumento nas proporções de suco de laranja gera a obtenção de frutas estruturadas mais claras. As maiores proporções de polpa de uva acarretam a obtenção de frutas estruturadas com maiores conteúdos de antocianinas totais e com cores menos vivas. O efeito da polpa de goiaba foi observado no conteúdo de carotenoides totais e na atividade antioxidante total, em que as frutas estruturadas apresentaram maiores conteúdos para estes parâmetros.

A interação entre polpa de uva e goiaba acarretaram o aumento da força de corte e a obtenção de frutas estruturadas com maior conteúdo de ácido ascórbico. Além disso, a interação entre suco de laranja e polpa de goiaba aumentou a força de corte e reduziu o conteúdo de compostos fenólicos totais das frutas estruturadas e de suco de laranja com polpa de uva, gerou a obtenção de frutas estruturadas com cor vermelha.

Já a interação de terceira ordem, entre suco de laranja, polpa de uva e polpa de goiaba geraram o aumento no conteúdo de flavonoides amarelos e redução na força de corte das frutas estruturadas formuladas.

3.3 Teste de desejabilidade

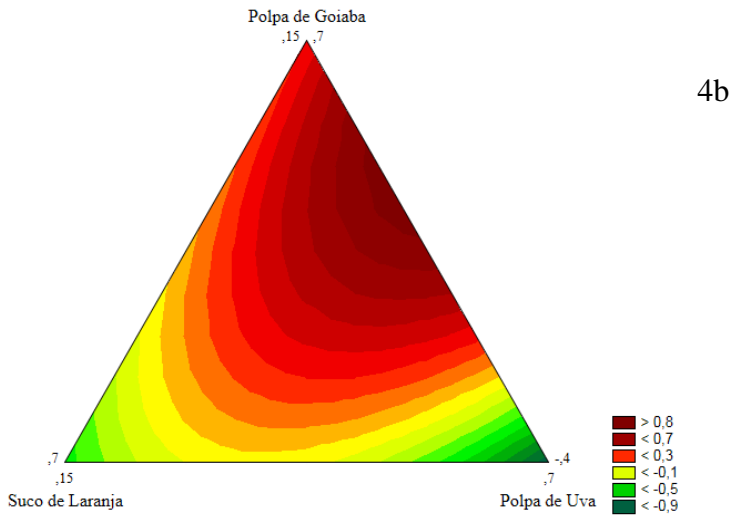
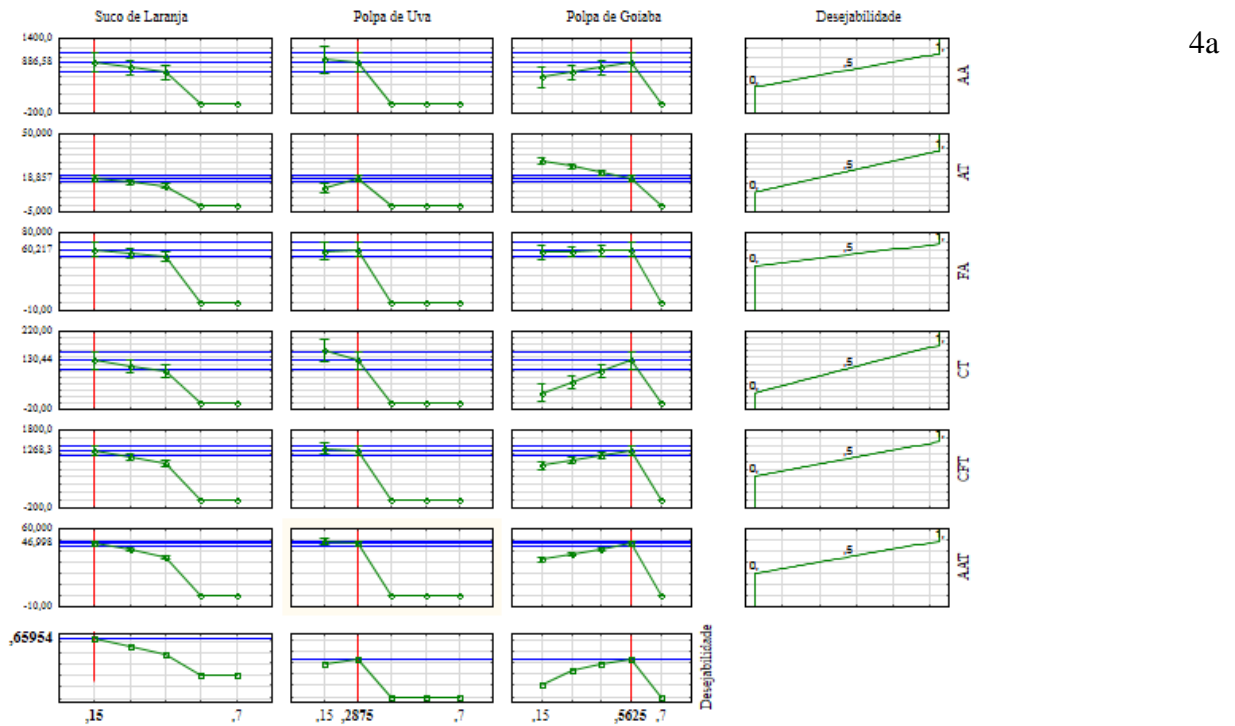
A desejabilidade é uma ferramenta usada para otimizar as respostas de um desenho experimental envolvendo a transformação de variáveis dependentes, estimadas por modelos estatísticos em valores desejados entre 0 e 1 (GARCIA *et al.*, 2012). A resposta é transformada em um valor que representa o valor mais desejado, demonstrando a importância desta análise para o trabalho desenvolvido, uma vez que sem ela não seria possível verificar quais as melhores concentrações de matérias-primas para a obtenção de uma fruta estruturada com maiores conteúdos de compostos bioativos e potencial antioxidante.

A Figura 4 apresenta os perfis (4a) e a superfície de contorno (4b) previstos das variáveis respostas ácido ascórbico, antocianinas totais, flavonoides amarelos, carotenoides totais, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total, em função das variáveis independentes suco de laranja e polpas de uva e goiaba.

A condição de desejabilidade prevista com ideal, correspondendo a uma desejabilidade global de 0,65954, quando as funções de desejabilidade foram lineares ($s = t = 1$), foi encontrada na fruta estruturada com 15% de suco de laranja, 28,75% de polpa de uva e 56,25% de polpa de goiaba, o que satisfaz a obtenção de um produto com maiores conteúdos de compostos bioativos e potencial antioxidante. Neste estudo, foi considerado o ponto mais próximo a desejabilidade ideal o Ensaio 9 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG).

Frutas estruturadas com elevados conteúdos de compostos bioativos e potencial antioxidante podem ser obtidas com outras concentrações de matérias-primas como observado na superfície de contorno (Figura 4b), como no caso de concentrações equivalentes de suco de laranja, de polpa de uva e de polpa de goiaba, referente aos pontos centrais (ensaios 10, 11 e 12 – 33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG) e frutas estruturadas referente aos ensaios 6 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG) e 8 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG), todas também estão na região de desejabilidade.

Figura 4: Perfis (4a) e superfície de contorno (4b) para valores previstos de ácido ascórbico (AA), antocianinas totais (AT), flavonoides amarelos (FA), carotenoides totais (CT), compostos fenólicos totais (CFT) e atividade antioxidante total (AAT) em função em função das variáveis independentes suco de laranja e polpas de uva e goiaba.



Fonte: Elaborado pelo autor

Outros autores têm utilizado com sucesso a metodologia de desejabilidade, como De Jesus Filho *et al.* (2018) a fim de maximizar a aceitação sensorial, a intenção de compra e a conveniencia geral de licor de banana, e Natabirwa *et al.* (2018) que buscaram a otimização

das condições de extrusão, a fim de obter um extrusado com melhores propriedades nutricionais e físico-químicas.

4. CONCLUSÃO

O uso de ferramentas estatísticas como planejamento experimental centrado *simplex* para misturas ternárias e a função de desejabilidade permitiu estabelecer que frutas estruturadas elaboradas com as concentrações de 15% de suco de laranja, 28,75% de polpa de uva e 56,25% de polpa de goiaba apresentassem o maior conteúdo de compostos com propriedades bioativas e potencial antioxidante. Além disso, maiores conteúdos de antocianinas totais foram obtidos com as maiores proporções de polpa de uva; a polpa de goiaba acarretou efeito no conteúdo de carotenoides e atividade antioxidante total; associação entre as polpas de uva e goiaba geraram maiores conteúdos de ácido ascórbico; o conteúdo de compostos fenólicos totais foi menor quando se associou suco de laranja e polpa de goiaba.

REFERÊNCIAS

ADDAI, Z. R. *et al.* Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 73-82, 2016.

AL-HINAI, K. Z. *et al.* Instrumental texture profile analysis of date-tamarind fruit leather with different types of hydrocolloids. **Food Science and Technology Research**, v. 19, p. 531-538, 2013.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, p. 1-9, 2007.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18.Ed. Washington, D.C., USA: AOAC International, 2005.

AZEREDO, H. M. C. *et al.* Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 635–638, 2006.

BARROS-NETO, B.; SCARMÍNIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como Fazer Experimentos**. Porto Alegre, Editora Bookman, 2010.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamina C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, p. 507-513, 1988.

BENAVENTE-GARCÍA, O. *et al.* Beneficial action of *Citrus* flavonoids on multiple cancer-related biological pathways. **Current Cancer Drug Targets**, v. 7, p. 795-809, 2007.

BRAGA, H. F.; CONTI-SILVA, A. C. Papaya nectar formulated with prebiotics: Chemical characterization and sensory acceptability. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 854-860, 2015.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. 2014 Online. Disponível em: http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html. Acesso em: 09 dez. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 13 de novembro de 2012. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas e Sucos Tropicais. Instrução Normativa nº 01, de 07/01/2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.

CARVALHO, A. V. *et al.* Fruta estruturada mista de umbu e maracujá-do-mato. **Comunicado Técnico 248**. Embrapa, 2014.

CARVALHO, A. V. Otimização dos parâmetros tecnológicos para a produção de estruturados de frutas funcionais a partir de polpa de açaí e “mix” de teperebá com mamão. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, **Documentos 206**, 2007.

CAVALCANTI, D. T. de B. **Desenvolvimento de fruta estruturada simples e mista com ciriguela e acerola**. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

CORNELL, J. A. **Experiments with mixtures: designs, models and the analysis of mixtures data**. New York: Wiley, 1990.

DA SILVA, R.; LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A. **Uvas e Vinhos: Química, Bioquímica e Microbiologia**. 1ª Edição. Editora Unesp e Editora SENAC, São Paulo, 2015.

DE JESUS FILHO, M. Q. *et al.* Banana liqueur: Optimization of the alcohol and sugar contents, sensory profile and analysis of volatile compounds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 97, p. 31–38, 2018.

DE SOUZA, V. R. *et al.* Multivariate approaches for optimization of the acceptance: optimization of a brazilian cerrado fruit jam using mixture design and parallel factor analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 417–424, 2012.

DEMARCHI, S. M. *et al.* Effect of temperature on hot-air drying rate and on retention of antioxidant capacity in apple leathers. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, p. 310-318, 2013.

DERRINGER, G.; SUICH, R. Simultaneous-optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, p. 214-219, 1980.

DUANGMAL, K.; SAICHEUA, B.; SUEEPRASAN, S. Colour evaluation of freeze-dried roselle extract as a natural food colorant in a model system of a drink. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 1437-1445, 2008.

DUTCOSKY, S. D. *et al.* Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, v. 98, p. 630–638, 2006.

FERNANDES, A. G. *et al.* Comparação dos teores em vitamina c, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, p. 431-438, 2007.

FOEGEDING, E. A. Rheology and sensory texture of biopolymer gels. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 12, p. 242-250, 2007.

FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins in foods**. In: Markakis P. Anthocyanins as Food Colors. New York, Academic Press, 181-207, 1982.

FREITAS, C. A. S. *et al.* Estabilidade dos carotenoides, antocianinas e vitamina C presentes no suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* dc.) adoçado envasado pelos processos *hot-fill* e asséptico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 942-949, 2006.

GARCIA, M. C. *et al.* Application of roasted rice bran in cereal bars. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, p. 718-724, 2012.

GARCÍA-BETANZOS, C. I. *et al.* Physicochemical, total phenols and pectin methylesterase changes on quality maintenance on guava fruit (*Psidium guajava* L.) coated with candeuba wax solid lipid nanoparticles-xanthan gum. **Food Research International**, v. 101, p. 218-227, 2017.

GRIZOTTO, R. K. *et al.* Otimização via metodologia de superfície de respostas dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 158-164, 2005.

GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J. M.; MENEZES, H. C. Frutas estruturadas de umidade intermediária obtidas de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 691-697, 2005.

HAMINIUK, C. W. *et al.* Phenolic compounds in fruits – an overview. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 2023–2044, 2012.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington (DC): National Academic Press, 2000.

JANZANTTI, N. S.; MACHADO, T. V.; MONTEIRO, M. Sensory acceptance of juice from FCOJ processing steps. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 322-330, 2011.

JURD, L. **Some advances in the chemistry of anthocyanin-type plant pigments**. In: The chemistry of plant pigments. New York: Academic Press, p. 123-142, 1972.

KULCZYN'SKI, B. *et al.* The role of carotenoids in the prevention and treatment of cardiovascular disease – Current state of knowledge. **Journal of Functional Foods**, v. 38, p. 45-65, 2017.

- KUSKOSKI, E. M. *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1283-1287, 2006.
- LAGO-VANZELA, H. S. *et al.* Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of bordô grape (*Vitis labrusca*) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 13136–13146, 2011.
- LINS, A. C. A. *et al.* Effect of hydrocolloids on the physicochemical characteristics of yellow mombin structured fruit. **Food Science and Technology**, v. 34, p. 456-463, 2014.
- LIU, R. H. Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. **Advances in Nutrition an International Review Journal**, v. 4, p. 384-392, 2013.
- LÖFGREN, C.; HERMANSSON, A. M. Synergistic rheological behaviour of mixed HM/LM pectin gels. **Food Hydrocolloids**, v. 21, p. 480–486, 2007.
- MACORIS, M. S. *et al.* The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1886-1891, 2012.
- MAEDA, R. N. *et al.* Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, 313-316, 2007.
- MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**, (5nd. Ed). John Wiley & Sons: New York, 2001.
- NATABIRWA, H.; NAKIMBUGWE, D.; LUNGAHO, M.; MUYONGA, J. H. Optimization of Robal extrusion conditions and bean extrudate properties using response surface methodology and multi-response desirability function. **LWT - Food Science and Technology**, v. 96, p. 411-418, 2018.
- OFFIA-OLUA, B. I.; EKWUNIFE, O. A. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (*Musa Pumila*), banana (*Musa Sapientum*), pineapple (*Ananas Comosus*). **Nigerian Food Journal**, v. 33, p. 22–28, 2015.
- OLIVEIRA, D. S. *et al.* Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Health Sciences**, v. 33, p. 88-98, 2011.
- OLIVEIRA, J. A. R. *et al.* Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 23-31, 2012.
- QUINTERO-RUIZ, N. A.; DEMARCHI, S. M.; GINER, S. A. Effect of hot air, vacuum and infrared drying methods on quality of rose hip (*Rosa rubiginosa*) leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 1799-1804, 2014.
- REBELLO, L. P. G. *et al.* Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubea × IAC 1398-21) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, p. 354–366, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook of Carotenoids Analysis**. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004.

RUFINO, M. do S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1022, 2010.

SANTOS, W. N. L. *et al.* Simultaneous determination of 13 phenolic bioactive compounds in guava (*Psidium guajava* L.) by HPLC-PAD with evaluation using PCA and Neural Network Analysis (NNA). **Microchemical Journal**, v. 133, p. 583–592, 2017.

SETTE, P. *et al.* Fruit snacks from raspberries: influence of drying parameters on colour degradation and bioactive potential. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 313–328, 2017.

SILVA, L. M. R. *et al.* Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014.

SILVA, P. A.; CARVALHO, A. V.; PINTO, C. A. Elaboração e caracterização de fruta estruturada mista de goiaba e cajá. **Revista Ciências Agrárias**, v. 51, p. 99-113, 2009.

STELLA, S. P. *et al.* Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 392-397, 2011.

SZAJDEK, A.; BOROWSKA, E.J. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 63, p. 147-156, 2008.

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

TORRES, C. A.; ROMERO, L. A.; DIAZ, R. I. Quality and sensory attributes of apple and quince leathers made without preservatives and with enhanced antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 996-1003, 2015.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A., Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816-823, 2008.

VERA CANDIOTI, L. *et al.* Experimental design and multiple response optimization. Using the desirability function in analytical methods development. **Talanta**, v. 124, p. 123–138, 2014.

VIRGOLIN, L. B.; SEIXAS, F. R. F.; JANZANTTI, N. S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 933-941, 2017.

WATERHOUSE, A. L. **Folin-Ciocalteu Micro Method for Total Phenol in Wine**. 2014. Disponível em: <https://waterhouse.ucdavis.edu/foolin-ciocalteu-micro-method-total-phenol-wine>. Acesso em: 30 out. 2014.

YILMAZ, F. M. *et al.* The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 33-40, 2017.

CAPÍTULO 4

FRUTA ESTRUTURADA ELABORADA COM SUCO DE LARANJA E POLPAS DE UVA E GOIABA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, PERFIL SENSORIAL E ACEITABILIDADE

RESUMO

As frutas estruturadas elaboradas com suco de laranja integral e polpas de uva e goiaba apresentam diferentes sabores e compostos com propriedades bioativas, tornando-se relevantes opções de consumo de frutas ao mercado consumidor. O objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação físico-química e determinar o perfil descritivo de frutas estruturadas elaboradas com suco de laranja e polpas de uva e goiaba, bem como a sua aceitabilidade, a partir de estudo com consumidores. Foram elaboradas quatro frutas estruturadas com diferentes concentrações de suco de laranja e polpas de uva e goiaba. Sessões de grupo de foco foram realizadas com 7 avaliadores para o levantamento dos termos descritores a serem utilizados no método *RATA* (*Rate-all-that-apply*). Uma ficha sensorial foi elaborada com 23 termos descritores, sendo três termos relacionados a aparência, quatro termos referentes ao aroma, seis termos relacionados ao sabor e dois termos referentes à textura, além de oito termos descritores hedônicos. A análise de aceitação sensorial e a aplicação do *RATA* foi realizada com 82 consumidores. Os resultados do teste de aceitação indicaram que houve diferença significativa entre as frutas estruturadas para os atributos avaliados. Na avaliação da aceitação global verificou-se que a fruta estruturada elaborada com maior concentração de polpa de uva foi a mais aceita pelos consumidores, tendo sido descrita pelos atributos sensoriais brilho, cor marsala/bordô/vinho, odor e sabor de uva, bem como pelos atributos hedônicos prazeroso, satisfação, aceitação e saboroso. Os resultados da análise descritiva *RATA* permitiram identificar as características sensoriais importantes para a aceitabilidade das frutas estruturadas, bem como discriminá-las.

Palavras-chave: Fruta estruturada. Aceitação. Perfil descritivo. *RATA*.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças no estilo de vida da população associada a importância entre dieta e saúde, bem como as novas tecnologias de processamento dos alimentos, acarretaram um rápido aumento no consumo de produtos industrializados formulados à base de frutas, principalmente os elaborados com frutas nacionais, dos quais se destacam as frutas estruturadas. As frutas estruturadas são produtos obtidos de frutas *in natura*, purês, sucos ou polpas de frutas, devidamente formulados para obtenção de um produto com adequado valor nutricional e sensorial, especialmente em relação à textura, cor e sabor. Os produtos depois de estruturados, pela utilização de hidrocolóides, são submetidos à secagem, até que uma consistência mastigável e agradável se desenvolva. A aparência atrativa e diferenciada das frutas estruturadas fazem do produto uma forma prática de aumentar o consumo de frutas, sendo consideradas exemplos de alimentos saudáveis, por apresentarem baixo conteúdo calórico e elevado conteúdo de compostos bioativos e potencial antioxidante (AL-HINAI *et al.*, 2013; QUINTERO-RUIZ *et al.*, 2012).

Além das indústrias de alimentos inovarem e desenvolverem novos produtos para atender os consumidores cada vez mais exigentes e instruídos, estas devem produzi-los com benefícios à saúde do consumidor e características sensoriais agradáveis (VIDIGAL *et al.*, 2011). Mattietto e Lopes (2011) relataram que apesar da procura dos consumidores por novos sabores, o sabor de algumas misturas de frutas pode gerar certa rejeição dos indivíduos pouco familiarizados. De tal modo as informações sobre as características sensoriais dos alimentos são cruciais para o sucesso do desenvolvimento e comercialização de novos produtos. Essas informações podem ser obtidas empregando-se testes afetivos, como os testes de aceitação e de preferência, para medir o quanto se gosta ou desgosta de um ou mais produtos ou o quanto se prefere um produto em detrimento a outros (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965; JANZANTTI; MACHADO; MONTEIRO, 2011; STONE; SIDEL, 2004). Testes descritivos também são importantes para descrever os novos produtos, dentre os quais destacam-se Perfil de Sabor, Perfil de Textura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), Perfil Livre, Perfil *Flash* e *Spectrum* (MINIM; DA-SILVA, 2016).

A "Check-all-that-apply" ou CATA é uma metodologia descritiva que fornece resultados semelhantes aos obtidos por avaliadores treinados e selecionados de uma análise descritiva convencional mas apresenta maior facilidade de uso e menor tempo de aplicação. Esta técnica consiste em apresentar aos avaliadores/consumidores uma lista pré-definida de descritores, na qual os avaliadores/consumidores devem assinalar os descritores que acharem

apropriados para descrever o produto (ARES *et al.*, 2010; BRUZZONE; ARES; GIMÉNEZ, 2012; DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010).

O *CATA* mostrou várias vantagens em relação a reprodutibilidade e rapidez, que contribuíram para o aumento da sua popularidade (GIACALONE; HEDELUND, 2016). Vários autores têm relatado com sucesso a aplicação desta metodologia na análise de alimentos: iogurte (ARES *et al.*, 2014c; CRUZ *et al.*, 2013; ESMERINO *et al.*, 2017), maçã e morango (ARES; JAEGER, 2013), sobremesa a base de leite (JAEGER *et al.*, 2013), chocolate (ARES *et al.*, 2010), bebidas em pó sabor laranja (ARES *et al.*, 2011), salsicha (DOS SANTOS *et al.*, 2015), queijo minas frescal (OLIVEIRA *et al.*, 2017), requeijão (TORRES *et al.*, 2017) e sorvete (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010). Estes estudos relataram que o *CATA* é um método simples e confiável para coletar informações a cerca da percepção dos consumidores sobre as características sensoriais de produtos alimentícios, como as frutas estruturadas (ARES *et al.*, 2014b). Porém a *CATA* apresenta algumas limitações como gerar resultados que não permitem uma medida direta da intensidade dos descritores avaliados. Por isto, a fim de reduzir essa deficiência, o método *RATA* (*Rate-all-that-apply*) propõe uma alteração do *CATA* na qual os avaliadores são obrigados a avaliar a intensidade de cada descritor por meio de uma escala, permitindo uma maior discriminação entre as amostras (ARES *et al.*, 2014a, b).

Diante do exposto, esta pesquisa objetivou realizar a avaliação físico-química e sensorial (análise de aceitação e perfil descritivo pela metodologia *RATA*) de frutas estruturadas elaboradas com suco de laranja e polpas de uva e goiaba visando a elaboração de novos produtos com elevada aceitação sensorial e agregado valor nutricional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

O suco de laranja integral era procedente de Paranavai (estado do Paraná, Brasil) e as polpas integrais pasteurizadas e congeladas de uva (cultivares Isabel e Concord) e goiaba (cultivar Paluma) eram procedentes de uma indústria de alimentos localizada em Jundiá (estado de São Paulo, Brasil). As matérias-primas foram adquiridas de um mesmo lote no comércio de São José do Rio Preto, estado de São Paulo, Brasil. O suco de laranja apresentou conteúdo de sólidos solúveis de 10,6 °Brix, *ratio* de 16,58, açúcares totais de 8,83 g glicose/100 g e ácido ascórbico de 96,68 mg/100 g. A polpa de uva apresentou conteúdo de 17,2 °Brix de sólidos solúveis, 0,70 g de ácido tartárico/100 g, 12,34 g glicose/100 g de

açúcares totais, 3,35 de pH e 16,24 g/100 g de sólidos totais. A polpa de goiaba apresentou conteúdo de sólidos solúveis de 8,8 °Brix, 0,42 g ácido cítrico/100 g, 13,82 g glicose/100 g de açúcares totais, pH de 4,11, 9,71 g/100 g de sólidos totais e 151,95 mg/100 g de ácido ascórbico.

2.2 Desenvolvimento de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba

Foram elaboradas quatro frutas estruturadas, com diferentes concentrações de matérias-primas, como descrito na Tabela 1. As concentrações de matérias-primas foram escolhidas baseadas nos resultados do Capítulo 3.

Tabela 1: Proporções de matérias-primas utilizadas no desenvolvimento das frutas estruturadas com suco de laranja (SL), polpa de uva (PU) e polpa de goiaba (PG).

Ensaio	Ordem de Preparo Aleatorizada	Concentrações Reais		
		SL	PU	PG
1	4°	15%	42,5%	42,5%
2	1°	24,2%	51,6%	24,2%
3	2°	24,2%	24,2%	51,6%
4	3°	33,3%	33,3%	33,3%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A quantidade de suco de laranja e de polpas de uva e goiaba referente a cada ensaio foi aquecida a 60 °C em banho-maria, durante 15 min. À mistura aquecida e sob agitação (*mixer* modelo RI1341, Philips Walita – 300 W) foram adicionados 1% (m/m) do hidrocolóide pectina de baixa metoxilação (GENU® pectin type LM-102 AS, CP KELCO, Limeira, Brasil) e 1% (m/m) de fosfato de cálcio bibásico anidro (Dinâmica, São Paulo, SP, Brasil), mantendo-se essa agitação por 5 min.

Para a moldagem dos estruturados foram utilizadas formas de silicone (Lakeland, Reino Unido) de 37x27 cm, com capacidade para 800 g de amostra. As frutas estruturadas foram mantidas sob refrigeração a 10 °C, durante 24 h, para completarem a geleificação. Após isso, os estruturados (500 g) foram submetidos à desidratação em estufa com circulação e renovação de ar (modelo TE-394/2, Tecnal, Brasil) a 60 °C. A secagem foi realizada até massa constante (aproximadamente 8 h).

2.3 Métodos

As frutas estruturadas desenvolvidas foram avaliadas quanto ao conteúdo de ácido ascórbico, carotenoides totais, antocianinas totais, flavonoides amarelos, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante total, parâmetros de cor, textura instrumental e umidade. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3.1 Ácido Ascórbico

A determinação do conteúdo de ácido ascórbico foi baseada na oxidação do ácido ascórbico pelo reagente 2,6-diclorofenolindofenol (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (AOAC, 2005; BENASSI; ANTUNES, 1988). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g.

2.3.2 Carotenoides totais

O conteúdo de carotenoides totais foi determinado de acordo com o método descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), empregando solução de álcool metílico (LabSynth, Diadema, SP, BRA) e tetrahidrofurano (LabSynth, Diadema, SP, BRA) (1:1, v/v) para extração dos carotenoides nas frutas estruturadas. A leitura da absorvância foi realizada a 470 nm, em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA), sendo o conteúdo de carotenoides totais calculado a partir do coeficiente de absorção ($\epsilon_{1\%}^{1\text{cm}}$) do licopeno em éter de petróleo (LabSynth, Diadema, SP, BRA) de 3450. Os resultados foram expressos em μg licopeno/g.

2.3.3 Antocianinas totais e flavonoides amarelos

O conteúdo de antocianinas totais e flavonóides amarelos foram determinados de acordo com metodologia descrita por Francis (1982). A leitura da absorvância foi realizada a 374 nm para flavonoides amarelos e 535 para antocianinas totais, em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA). O conteúdo de flavonoides amarelos e antocianinas totais foi calculado (mg antocianinas totais ou flavonoides amarelos/100 g) usando coeficiente de absorção ($\epsilon_{1\%}^{1\text{cm}}$) de 982 e 766, respectivamente (SILVA *et al.*, 2014).

2.3.4 Compostos fenólicos totais

A extração dos compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com metodologia descrita por Lago-Vanzela *et al.* (2011) com pequenas modificações. As frutas estruturadas

foram homogeneizadas com solução extratora de metanol (LabSynth, Diadema, SP, BRA), água destilada e ácido fórmico (LabSynth, Diadema, SP, BRA) (50:48.5:1.5, v/v) (10 mL). Após, foram submetidas a 1 min de agitação (agitador de tubos tipo vortex, modelo AP-56, marca Phoenix, Brasil), banho de ultrassom (modelo CE-160, marca CienlaB, Brasil) a temperatura ambiente durante 15 min e posterior centrifugação (centrífuga modelo Jouan BR4i Multifunction, marca Thermo Electron Corporation, França) a 9000 rpm por 30 min a 5 °C. Em seguida, foi recolhido o sobrenadante de cada uma das repetições e reservado em balão de 50 mL. Foram realizadas mais 2 extrações, atingindo a exaustão da amostra e maximizando a retirada dos compostos de interesse.

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais das frutas estruturadas, as alíquotas do filtrado (200 µL) adicionou-se 60 µL do reagente de Folin-Ciocalteu 2N (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA). Após 6 min, 2 mL de solução de carbonato de sódio (LabSynth, Diadema, SP, BRA) (7%, v/v) foi adicionado à mistura, e o volume final foi ajustado com água destilada para 5 mL. A mistura foi deixada em repouso à temperatura ambiente durante 2 h. As leituras de absorvância foram feitas a 720 nm, em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA). A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de ácido gálico (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (72-200 µg/mL) e os resultados expressos em mg de equivalente em ácido gálico (EAG)/100 g (MACORIS *et al.*, 2012; VIRGOLIN; SEIXAS; JANZANTTI, 2017; WATERHOUSE, 2014).

2.3.5 Atividade antioxidante total

A atividade antioxidante total foi avaliada pela captura do radical livre DPPH (RUFINO *et al.*, 2010), a partir dos extratos obtidos como descrito acima, com modificações. Os resultados foram expressos em µmol de trolox/g. A solução de DPPH (*2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl*) (0,06 mM) (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) foi preparada em álcool metílico (LabSynth, Diadema, SP, BRA). Em ambiente escuro, em um balão de 5 mL foram transferidos 100 µL de alíquota do extrato e misturados a 4,5 mL da solução de DPPH. O volume final foi ajustado com álcool metílico. Após 30 min foi realizada a leitura (515 nm) em espectrofotômetro modelo Beckman DU 640 (Fullerton, CA, USA), e utilizou-se álcool metílico como branco para calibrar o espectrofotômetro. A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de trolox (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) (200 - 800 µM).

2.3.6 Análise de cor

A análise de cor foi realizada em colorímetro (modelo Color Flex 45/0) da Hunterlab (Reston, Estados Unidos) e programa Hunterlab Universal, com iluminante D65 e observador 10°. Foram analisados os valores de luminosidade, Cromo (saturação) e Hue (tonalidade). As matérias-primas e as frutas estruturadas foram colocadas em uma cápsula circular de quartzo e analisadas em três replicatas. Cada replicata foi girada quatro vezes em torno do próprio eixo (0°, 90°, 180° e 270°), resultando em doze valores para cada ensaio.

Os valores absolutos das coordenadas retangulares L^* , a^* e b^* foram obtidos. Por meio das coordenadas a^* e b^* foi possível calcular, em coordenadas cilíndricas, *Chroma* e *Hue*. A equação 1 calcula o *Chroma*, que caracteriza a vivacidade da cor da amostra analisada, enquanto a equação 2 determina a tonalidade, ângulo *Hue* (°), das frutas estruturadas formuladas.

$$C^* = \sqrt{((a^*)^2 + (b^*)^2)} \quad \text{Equação 1}$$

$$h^\circ = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Equação 2}$$

2.3.7 Análise de textura

Com o objetivo de simular a ação da mordida humana, as frutas estruturadas foram avaliadas através de um analisador de textura. Empregou-se o texturômetro TA.XT/Plus/50 e o programa Exponent (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra), em que foi analisada a força de corte dos estruturados (três replicatas para cada). As análises foram realizadas utilizando um probe *Blade set* com guilhotina, velocidade de pré-teste de 2 mm/s e velocidade de teste de 1 mm/s. O corte foi feito perpendicularmente à amostra até sua completa ruptura. Os estruturados foram padronizados quanto ao tamanho (retângulos de 2,5 x 4 cm) para realização da análise e o pico da força obtida, em Newtons (N), foi considerado como resultado do teste.

2.3.8 Umidade

A umidade das frutas estruturadas foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105 °C (AOAC, 2005) em triplicata.

2.4 Análise sensorial

O projeto (CAAE nº 01749618.7.0000.5466) foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, de acordo com Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012 (BRASIL, 2012) e Resolução 510/2016 (BRASIL, 2016). A análise de aceitação e a análise descritiva das frutas estruturadas foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial, do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Foram recrutados 82 avaliadores, potenciais consumidores do produto, dentre alunos/funcionários/docentes do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Ibilce/Unesp, de ambos os sexos, que consumiam e/ou gostassem de produtos à base de frutas e desidratados, além das frutas laranja, goiaba e uva. Os avaliadores eram de ambos os sexos, entre 18 a 60 anos, gostavam de laranja, goiaba e uva *in natura* e/ou produtos processados com estas frutas e as consumiam pelo menos consumir 1 vez/ano. Foram excluídos indivíduos com patologias relacionadas à ingestão de alimentos, como diabetes, hipertensão, intolerância à lactose ou alergia a algum dos ingredientes dos produtos (laranja, uva, goiaba, pectina e/ou fosfato de cálcio). Os mesmos avaliadores (82) responderam a questões sociodemográficas, e participaram da análise de aceitação seguida da análise descritiva das frutas estruturadas.

2.4.1 Análise de aceitação de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba

As informações sócio-demográficas dos consumidores incluíram sexo (ambos os sexos), idade (de 18 a 60 anos), atividade profissional (docente, servidor, discentes) e frequência de compra/consumo (3 vezes/semana ou mais; 1 vez/semana; 1 vez/quinzena; 1 vez/mês; 1 vez/semestre; 1 vez/ano; Não consome) de laranja, goiaba e uva *in natura* ou produtos processados com estas frutas. Participaram das análises sensoriais, os consumidores que gostavam de laranja, goiaba e uva *in natura* e/ou produtos processados com estas frutas e as consumiam pelo menos consumir 1 vez/ano.

As quatro frutas estruturadas (quadrados de 5x5 cm) foram servidas a temperatura ambiente em pratos plásticos transparentes, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos 82 consumidores de forma monádica. A ordem de apresentação seguiu delineamento em bloco casualizado, conforme descrito por MacFie *et al.* (1989), de

modo a controlar o efeito *first-order* e *carry-over*. As frutas estruturadas foram avaliadas quanto à aceitação global, utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (1=desgostei extremamente a 9=gostei extremamente) (Figura 1). Foi fornecido copo com água para limpar as papilas gustativas entre as avaliações.

Figura 1: Ficha de avaliação das frutas estruturadas no teste de aceitação.

<p>Nome: _____ Data: _____ Amostra nº: _____</p> <p>Você está recebendo uma FRUTA ESTRUTURADA DE LARANJA, UVA E GOIABA (produto elaborado com as frutas e desidratado). Por favor, prove-a e indique com um X o quanto você gostou ou desgostou do produto:</p> <p>() Gosto muitíssimo () Gosto muito () Gosto moderadamente () Gosto ligeiramente () Não gosto/nem desgosto () Desgosto ligeiramente () Desgosto moderadamente () Desgosto muito () Desgosto muitíssimo</p> <p>Comentários: _____</p> <p style="text-align: right;">MUITO OBRIGADA PELA COOPERAÇÃO!</p>
--

Fonte: Elaborado pelo autor

2.4.2 Análise sensorial descritiva *Rate All That Apply* (RATA) de fruta estruturada de suco de laranja e polpas de uva e goiaba

Um grupo de foco composto por 7 avaliadores, com vasta experiência em análise descritiva, realizou o levantamento dos termos descritores que iriam compor a ficha de avaliação e análise por meio da técnica *RATA*. Para garantir a interação dos avaliadores, a sessão foi conduzida em mesa no Laboratório de Análise Sensorial, do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Os membros do grupo primeiramente listaram todas as palavras/frases/termos que descreviam a aparência, aroma, sabor e textura das quatro frutas estruturadas, além de termos hedônicos. Posteriormente, foi contada a frequência dos descritores e os de maior frequência e consenso com a equipe foram incluídos na ficha de avaliação (Figura 2).

Figura 2: Ficha com os descritores para a avaliação das frutas estruturadas por meio de RATA.

Nome: _____	Data: _____	Amostra: _____				
Avalie a fruta estruturada DE GOIABA, UVA E LARANJA (produto elaborado com as frutas e desidratado) e indique com um X o quão, em sua opinião, os termos se aplicam ou não ao produto.						
	0 Não aplicável	1 Pouco Aplicável	2	3	4	5 Muito Aplicável
OBSERVE o produto e avalie-o com relação aos termos:						
Cor marsala/bordô/vinho	()	()	()	()	()	()
Brilho	()	()	()	()	()	()
Presença de bolhas	()	()	()	()	()	()
CHEIRE o produto e avalie-o com relação aos termos:						
Doce/Adocicado	()	()	()	()	()	()
Goiaba	()	()	()	()	()	()
Uva	()	()	()	()	()	()
Cítrico	()	()	()	()	()	()
PROVE o produto e avalie-o com relação aos termos:						
Doce	()	()	()	()	()	()
Ácido	()	()	()	()	()	()
Goiaba	()	()	()	()	()	()
Uva	()	()	()	()	()	()
Laranja	()	()	()	()	()	()
Sabor residual cítrico/ácido (<i>sabor que permanece na boca após ingestão do produto</i>)	()	()	()	()	()	()
PROVE o produto e avalie-o com relação aos termos:						
Dureza (<i>força necessária para deformar ou romper o produto</i>)	()	()	()	()	()	()
Adesividade/Pegajosidade (<i>força necessária para remover o produto aderido na boca</i>)	()	()	()	()	()	()
PROVE o produto e avalie-o com relação aos sentimentos/emoções:						
Saboroso	()	()	()	()	()	()
Prazeroso	()	()	()	()	()	()
Aceitação	()	()	()	()	()	()
Criatividade	()	()	()	()	()	()
Surpresa	()	()	()	()	()	()
Curiosidade	()	()	()	()	()	()
Expectativa	()	()	()	()	()	()
Satisfação	()	()	()	()	()	()
Comentários: _____						

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Minin (2013) o uso do grupo de foco apresenta vantagens como: fácil entendimento da técnica; maior coleta de dados em menor tempo e com menor custo; os participantes são estimulados a mostrarem suas atitudes; os participantes respondem às questões com suas próprias palavras; o participante é estimulado pelo interesse do pesquisador sobre sua opinião; permite maior liberdade de expressão, além da interação durante a discussão aberta, podendo haver alteração de opiniões no decorrer da discussão, o que acrescenta complexidade à informação.

Para a análise descritiva por meio da metodologia *Rate All That Apply (RATA)* (ARES *et al.*, 2014a; GIACALONE; HEDELUND, 2016; JAEGER; ARES, 2015), os consumidores receberam, juntamente com a amostra, a ficha de avaliação (Figura 2) a fim de que pudessem selecionar os descritores que julgassem pertinentes para descrever a fruta estruturada e, em seguida, indicassem a intensidade de cada descritor. As frutas estruturadas foram servidas em pratos plásticos transparentes, segundo delineamento proposto por MacFie *et al.* (1989), de modo monádico, codificados com números aleatórios de três dígitos e avaliadas em cabine individual iluminada com lâmpada branca. Foi fornecido copo com água para limpar as papilas gustativas entre as avaliações.

Os termos descritivos da lista *RATA* foram aleatorizados, dentro de cada atributo, para cada avaliador, de modo que cada um recebeu uma lista com os termos mostrados em ordem diferente das demais, entretanto, sendo iguais entre as amostras, a fim de evitar erros de tendência por parte dos avaliadores (BRAGA, 2014; MININ, 2013).

2.5 Análise Estatística

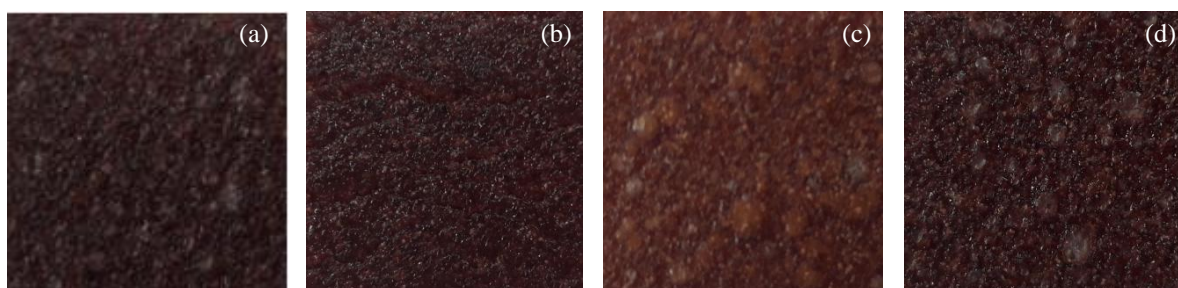
Os resultados da caracterização físico-química e de aceitação sensorial das frutas estruturadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Os resultados de análise de aceitação global foram organizados em uma matriz de amostras (em linhas) e consumidores (em colunas) e submetidos à análise de componentes principais (ACP) para a obtenção do Mapa de Preferência Interno, empregando o *software* Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA). Além disso, foi realizada análise de componentes principais (ACP), empregando o *software* XLSTAT 2018.4.51393: Data Analysis and Statistical Solution for Microsoft Excel (Addinsoft, Paris, França), a fim de avaliar quais descritores sensoriais e hedônicos estavam relacionados às frutas estruturadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise físico-química das frutas estruturadas

A Figura 3 apresenta o aspecto das frutas estruturadas elaboradas, as mesmas foram produzidas em ordem aleatória e de forma padronizada, indicando que as diferenças se devem a composição dos ensaios.

Figura 3: Frutas estruturadas elaboradas. (a): Ensaio 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG); (b): Ensaio 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG); (c): Ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG); (d): Ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG).



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados da caracterização físico-química das frutas estruturadas encontram-se na Tabela 2. Verifica-se que o conteúdo de ácido ascórbico, para as diferentes frutas estruturadas elaboradas, variou entre 395,6 a 743,3 mg/100 g, carotenoides totais de 70,74 a 163 µg licopeno/g, antocianinas totais entre 7,62 a 16,63 mg/100 g, flavonoides amarelos de 25,49 a 34,30 mg/100 g, compostos fenólicos totais entre 10,85 a 11,36 mg equivalente em ácido gálico/g e atividade antioxidante total de 49,89 a 74,76 µmol trolox/g.

Tabela 2: Caracterização físico-química das frutas estruturadas.

Ensaio	Concentrações Reais			Parâmetro										
	SL	PU	PG	AA	CT	AT	FA	CFT	AAT	U	Tex	L*	C*	h°
1	15%	42,5%	42,5%	743,3± 419,0 ^a	120,61± 6,32 ^a	12,63± 0,43 ^b	32,52± 1,70 ^a	10,85± 0,91 ^a	63,15± 4,38 ^{ab}	16,28± 0,15 ^a	44,14± 9,93 ^c	22,57± 1,00 ^b	7,38± 1,10 ^c	23,40± 1,54 ^c
2	24,2%	51,6%	24,2%	680,0± 119,3 ^a	70,74± 19,45 ^a	16,63± 0,08 ^a	34,30± 0,09 ^a	11,36± 0,37 ^a	74,76± 0,42 ^a	15,12± 0,38 ^{bc}	55,94± 15,31 ^c	21,65± 0,79 ^c	6,38± 0,38 ^c	19,72± 1,30 ^d
3	24,2%	24,2%	51,6%	395,6± 125,2 ^a	163,94± 40,95 ^a	7,62± 0,46 ^c	27,36± 0,83 ^b	10,85± 0,17 ^a	49,98± 4,88 ^b	14,73± 0,17 ^c	122,60± 14,23 ^a	24,77± 0,29 ^a	10,40± 0,78 ^a	30,70± 1,05 ^a
4	33,3%	33,3%	33,3%	431,2± 68,9 ^a	85,83± 1,35 ^a	8,93± 0,55 ^c	25,49± 1,91 ^b	10,91± 0,14 ^a	51,91± 5,87 ^b	15,46± 0,07 ^b	81,02± 6,70 ^b	23,15± 0,95 ^b	8,71± 1,52 ^b	27,87± 2,50 ^b

Letras diferentes na mesma coluna indicam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). AA: Ácido Ascórbico (mg/100 g); CT: Carotenoides Totais (μg licopeno/g); AT: Antocianinas Totais (mg/100 g); FA: Flavonoides Amarelos (mg/100 g); CFT: Compostos Fenólicos Totais (mg equivalente em ácido gálico/g); AAT: Atividade Antioxidante Total (μmol trolox/g); U: umidade (%); Tex: Textura (N); L*: Luminosidade; C*: Croma; h°: Hue; SL: Suco de laranja; PU: Polpa de uva; PG: Polpa de goiaba. Fonte: Elaborado pelo autor.

Destaca-se que a fruta estruturada elaborada com maior concentração de polpa de uva (Ensaio 2 - 24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG) apresentou os maiores conteúdos de antocianinas totais, flavonoides amarelos, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total, enquanto a fruta estruturada formulada com as maiores proporções de polpa goiaba (Ensaio 3 - 24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG) apresentou o maior conteúdo de carotenoides totais, como esperado. Os carotenoides e os compostos fenólicos, dos quais se destacam as antocianinas e os flavonoides, presentes nas frutas, estão entre os principais constituintes investigados quanto às possíveis alegações de propriedades funcionais, que englobam a prevenção de uma série de patologias crônicas, principalmente, por apresentarem atividade antioxidante (PODSEDEK, 2007; SZAJDEK; BOROWSKA, 2008). Assim, além da aparência atrativa e diferenciada das frutas estruturadas, que fazem do produto uma forma prática de aumentar o consumo de frutas, as mesmas são consideradas exemplos de alimentos saudáveis (QUINTERO-RUIZ *et al.*, 2012).

As frutas estruturadas obtidas neste estudo podem ser classificadas como alimentos de teor intermediário de água (umidade até 20%) e conseqüentemente com significativa estabilidade. A secagem, além de reduzir o teor de água livre, essencial para a estabilização microbiológica do produto, também contribui para melhorar a textura do produto (GRIZOTTO; AGUIRRE; MENEZES, 2005).

A análise de textura assume grande importância na indústria de alimentos no controle do processo de fabricação, matérias-primas, no produto final e no desenvolvimento de novos produtos, pois é um importante fator para a aceitação sensorial dos alimentos. Assim, destaca-se que todas as frutas estruturadas apresentaram textura mastigável e que nenhum produto apresentou textura pastosa. Destaca-se o ensaio 3 com maior concentração de polpa de goiaba (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG), que apresentou maior força de corte (122,60 N), ou seja, maior força requerida para cortar a fruta estruturada e menor maciez. Em contrapartida, a fruta estruturada com concentrações iguais de polpa de uva e goiaba (Ensaio 1 - 15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG) apresentou o menor valor de textura (44,14 N), ou seja, menor força é requerida para cortá-la.

Quanto aos parâmetros de cor, a luminosidade (L^*) indica a reflectância da luz, sendo que quanto maior seu valor, mais clara a coloração das frutas estruturadas avaliadas. O Croma indica a saturação de cor, e quanto maior seu valor, mais viva/intensa são as cores. O valor de Hue (tonalidade), por sua vez, refere-se à cor propriamente dita. De tal forma, a fruta estruturada elaborada com maiores concentrações de polpa de goiaba apresentou-se mais clara

($L^* = 24,77$) e com cor mais saturadas ($C^* = 10,40$) que as demais. Para o parâmetro Hue, todas as frutas estruturadas tenderam a cor vermelha.

3.2 Análise de aceitação de fruta estruturada e análise sensorial descritiva *Rate All That Apply (RATA)*

Dentre os 82 consumidores que participaram da análise sensorial, a maioria era do sexo feminino (66%), com idade entre 18 e 25 anos (50%) e alunos de graduação (42,4%). Relataram gostar muitíssimo de laranja, uva e goiaba *in natura* ou produtos processados das mesmas, 57%, 46% e 20% dos consumidores, respectivamente. A frequência de compra/consumo, uma vez na semana, foi maior para a laranja (fruta ou suco natural) ou produto de laranja (sucos, néctares, geleias e doces cristalizados) (46,3%). Relataram comprar/consumir goiaba (fruta) ou produto de goiaba (sucos, polpas, geleias e goiabada) uma vez ao mês, 24% dos consumidores, enquanto 32% compra/consome uva (fruta) ou produto de uva (sucos, polpa, geleias e fruta desidratada) uma vez na semana.

Houve diferença estatística ($p \leq 0,05$) na aceitação das frutas estruturadas (Tabela 3). As médias hedônicas (escala de 9 pontos) para as frutas estruturadas ficaram entre os termos “nem gosto/nem desgosto” e “gosto muito”, sendo que a fruta estruturada (ensaio 2), com maior concentração de polpa de uva foi a mais aceita (7,08), enquanto que a fruta estruturada (ensaio 3) elaborado com maior concentração de polpa de goiaba, a menos aceita (5,61) entre os consumidores.

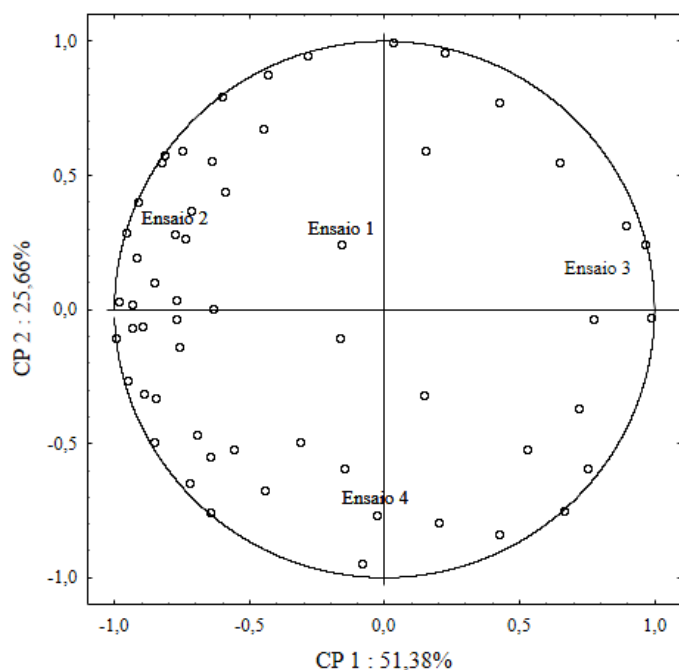
Tabela 3: Resultados dos descritores por meio da metodologia RATA e aceitação global das frutas estruturadas.

Termos Descritores/Ensaio	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4
Brilho	3,37±1,21 ^a	3,62±1,26 ^a	2,45±1,42 ^b	3,27±1,28 ^a
Cor marsala/bordô/vinho	4,12±1,05 ^b	4,62±0,68 ^a	3,14±1,37 ^b	3,77±1,16 ^c
Presença de bolhas	3,57±1,13 ^a	3,52±1,25 ^a	3,51±1,31 ^a	3,88±1,26 ^a
Odor de goiaba	3,87±1,31 ^a	3,53±1,46 ^a	3,75±1,45 ^a	3,69±1,51 ^a
Odor de uva	2,02±1,54 ^{ab}	2,54±1,75 ^a	1,45±1,53 ^b	2,17±1,62 ^a
Odor cítrico	2,06±1,41 ^a	2,39±1,46 ^a	2,05±1,53 ^a	2,00±1,45 ^a
Odor doce/adocicado	3,37±1,19 ^a	3,58±1,15 ^a	3,11±1,38 ^a	3,35±1,34 ^a
Sabor de goiaba	3,97±1,17 ^a	3,66±1,44 ^a	3,87±1,38 ^a	3,80±1,43 ^a
Sabor de uva	1,83±1,42 ^{ab}	2,40±1,67 ^a	1,57±1,38 ^b	1,97±1,39 ^{ab}
Sabor de laranja	1,79±1,37 ^a	2,18±1,46 ^a	1,96±1,56 ^a	1,97±1,51 ^a
Gosto ácido	2,82±1,41 ^{ab}	3,06±1,39 ^{ab}	2,61±1,44 ^b	3,19±1,34 ^a
Gosto doce	2,97±1,14 ^a	2,90±1,21 ^a	2,57±1,36 ^a	2,72±1,17 ^a
Sabor residual cítrico/ácido	3,19±1,32 ^a	3,05±1,39 ^a	2,88±1,50 ^a	3,26±1,29 ^a
Textura dura	3,09±1,43 ^b	2,43±1,40 ^c	3,99±1,28 ^a	3,28±1,40 ^b
Textura adesiva/pegajosa	3,46±1,32 ^{ab}	3,13±1,39 ^b	3,88±1,11 ^a	3,66±1,23 ^a
Expectativa	3,19±1,45 ^a	3,28±1,34 ^a	2,83±1,53 ^a	3,08±1,44 ^a
Prazeroso	3,00±1,49 ^a	3,25±1,43 ^a	2,39±1,38 ^b	2,85±1,28 ^{ab}
Satisfação	3,97±1,17 ^a	3,66±1,44 ^a	3,87±1,38 ^a	3,80±1,43 ^a
Criatividade	3,67±1,36 ^a	3,83±1,28 ^a	3,34±1,38 ^a	3,63±1,32 ^a
Surpresa	3,00±1,51 ^a	3,19±1,52 ^a	2,67±1,54 ^a	3,94±1,50 ^a
Curiosidade	3,51±1,29 ^a	3,55±1,29 ^a	3,27±1,47 ^a	3,28±1,38 ^a
Aceitação	3,06±1,45 ^{ab}	3,55±1,42 ^a	2,75±1,57 ^b	2,94±1,45 ^b
Saboroso	3,21±1,43 ^{ab}	3,54±1,36 ^a	2,75±1,43 ^b	3,05±1,38 ^{ab}
Aceitação Global	6,47±1,68^a	7,08±1,44^a	5,61±1,80^b	6,51±1,72^a

Médias ± desvio padrão. ^{a,b,c} Letras diferentes na mesma linha indicam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). n=82. Aceitação global: 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo. Descritores: 0 = não aplicável a 5 = muito aplicável. Ensaio 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG); Ensaio 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG); Ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG); Ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG). Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os resultados de testes afetivos somente por ANOVA e teste de média, admite-se que todos os avaliadores/consumidores apresentaram o mesmo comportamento (média), deixando de levar em conta suas individualidades, o que pode gerar perda de informações. O mapa de preferência interno considera a variação individual dos escores/valores de aceitação para os atributos avaliados para cada amostra gerados pelos avaliadores/consumidores (BRAGA, 2014; MACFIE; THOMSON, 1988). No mapa de preferência interno (Figura 4), para a avaliação da aceitação global, o primeiro componente principal explicou 51,38% da variação e o segundo, 25,66%, totalizando 77,04% da variação dos resultados entre as frutas estruturadas.

Figura 4: Mapa de preferência interno das frutas estruturadas quanto ao atributo aceitação global. Ensaio 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG); Ensaio 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG); Ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG); Ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG).



Fonte: Elaborado pelo autor

O mapa apresentou a dispersão espacial dos avaliadores/consumidores em relação às preferências pelas frutas estruturadas, sendo que cada consumidor é representado como um ponto no espaço. A correlação de consumidores com pelo menos um dos componentes principais indica diferença na aceitação das frutas estruturadas. Desta forma, os consumidores localizados na região central do gráfico não estão correlacionados com nenhum dos dois componentes e, portanto, não discriminam as amostras quanto à aceitação global (CAL, 2016;

MINIM, 2013). Como visto, poucos foram os consumidores localizados nessa região, o que sugere que os mesmos diferiram bem as frutas estruturadas com relação à aceitação global.

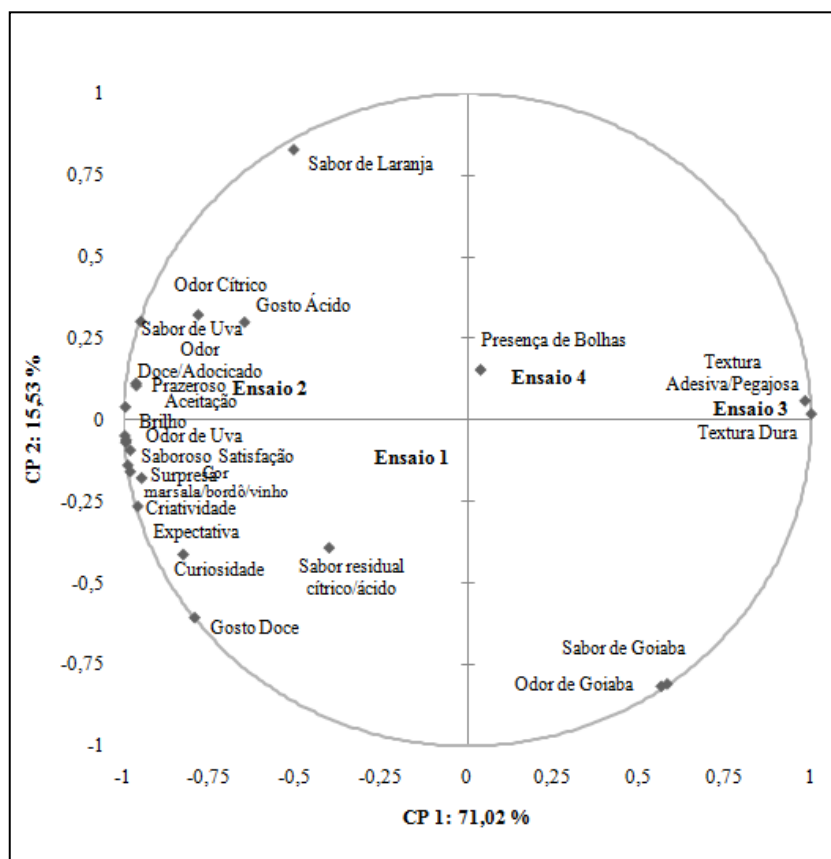
Houve a formação de três grupos distintos de avaliadores/consumidores. Um grupo próximo às frutas estruturadas referentes aos Ensaios 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG) e 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG), localizados no mesmo quadrante (lado negativo do CP 1 e lado positivo do CP 2), sendo que o Ensaio 2 apresentou a maior preferência. Outro grupo próximo a fruta estruturada referente ao Ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG) (localizado no lado positivo do CP 1 e do CP 2), correspondente a fruta estruturada com maior concentração de polpa de goiaba, com a menor porcentagem de avaliadores/consumidores, e o terceiro grupo próximo a fruta estruturada referente ao Ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG) (localizado no lado negativo do CP 1 e do CP 2), correspondente a fruta estruturada com concentrações iguais de todas as matérias-primas.

A lista *RATA* (Tabela 3) foi composta por 23 termos descritores obtidos pela técnica de grupo de foco, sendo três termos relacionados ao atributo aparência (cor marsala/bordô/vinho, brilho e presença de bolhas), quatro termos referentes ao atributo aroma (doce/adocicado, goiaba, uva e cítrico), seis termos relacionados a sabor (goiaba, uva, laranja, doce, ácido e residual cítrico/ácido) e dois termos referentes à textura (dureza e adesividade/pegajosidade). Houve ainda, o levantamento de oito termos descritores hedônicos, sendo eles: expectativa, prazeroso, satisfação, criatividade, surpresa, curiosidade, aceitação e saboroso, que buscavam mensurar as emoções sentidas pelos consumidores em relação às frutas estruturadas.

Os descritores presença de bolhas, odor de goiaba, odor doce/adocicado, odor cítrico, sabor de laranja e goiaba, gosto doce, sabor residual cítrico/ácido, expectativa, criatividade, surpresa e curiosidade não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$). A fruta estruturada desenvolvida com maior concentração de polpa de uva (Ensaio 2 - 24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG), apresentou médias superiores para os descritores brilho (3,62), cor marsala/bordô/vinho (4,62), odor (2,54) e sabor de uva (2,40), bem como para os termos hedônicos prazeroso (3,25), satisfação (3,38), aceitação (3,55) e saboroso (3,54). A maior média para o descritor gosto ácido (3,19) foi evidenciada pela fruta estruturada elaborada com as mesmas concentrações de todas matérias-primas (Ensaio 4). Maiores médias para os descritores textura dura (3,99) e textura adesiva/pegajosa (3,88) foram relacionados com a fruta estruturada desenvolvida com a maior concentração de polpa de goiaba (Ensaio 3).

Verifica-se, por meio da Tabela 3 que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as médias de vários descritores levantados em relação às frutas estruturadas. A fim de verificar quais descritores caracterizaram cada fruta estruturada foi realizada a análise de componentes principais (ACP) (Figura 5). Na análise de componentes principais, com os descritores obtidos para a RATA, observa-se que o primeiro componente principal (CP 1) explicou 71,02% da variância e o segundo componente principal (CP 2), 15,53%, totalizando 86,55% da variação dos resultados entre as frutas estruturadas, indicando que os descritores foram adequados para discriminar as amostras.

Figura 5: Análise de componentes principais (ACP) dos descritores avaliados nas frutas estruturadas.



Ensaio 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG); Ensaio 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG); Ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG); Ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG). Fonte: Elaborado pelo autor

O CP 1 foi explicado por dois grupos de variáveis: um formado pelos descritores textura dura e textura adesiva/pegajosa (variáveis com cargas fatoriais $\geq 0,70$) e um segundo grupo formado pela aceitação global, descritores brilho, cor marsala/bordô/vinho, odor doce/adocicado, odor cítrico, odor e sabor de uva, gosto doce e pelos

termos hedônicos (variáveis com cargas fatoriais $\leq -0,70$). Enquanto, o CP 2 foi explicado pelo descritor sabor de laranja (carga fatorial $\geq 0,70$), e pelos descritores sabor e odor de goiaba (variáveis com cargas fatoriais $\leq -0,70$).

Pela projeção dos ensaios nos diferentes quadrantes, nota-se que os Ensaios 1 (15% SL; 42,5% PU; 42,5% PG) e 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG), com maiores proporções de polpa de goiaba, foram caracterizados pelos descritores sabor de uva, odor de goiaba e sabor residual cítrico/ácido. O Ensaio 4 (33,3% SL; 33,3% PU; 33,3% PG), por sua vez, foi descrito pela presença de bolhas, ainda que não tenha havido diferença estatística ($p < 0,05$) para os demais ensaios (Tabela 3). Tal fato é corroborado pela Figura 3d em que é possível verificar visualmente a presença de bolhas na amostra. Enquanto os descritores textura dura e textura adesiva/pegajosa descreveram o Ensaio 3, correspondente as frutas estruturadas com maior concentração de polpa de goiaba (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG). Estes termos relacionados a textura ao Ensaio 3 (24,2% SL; 24,2% PU; 51,6% PG), eram esperados, visto que a fruta estruturada apresentou maior textura instrumental (122,60 N) entre todos os ensaios, como evidenciado pela Tabela 2. Podemos inferir assim, que a menor aceitação global desta fruta estruturada (5,61, escala de 9 pontos) pode estar associada a estes descritores de textura.

O Ensaio 2 (24,2% SL; 51,6% PU; 24,2% PG), por sua vez, que condiz às frutas estruturadas formuladas com maior concentração de polpa de uva foi descrito pelos termos brilho, cor marsala/bordô/vinho, odor e sabor de uva, odor doce/adocicado, aceitação sensorial, bem como pelos termos hedônicos prazeroso, satisfação, saboroso, surpresa, criatividade, expectativa e curiosidade. A maior aceitação global (7,08, escala de 9 pontos) desta fruta estruturada está associada ao grande número de termos descritores e hedônicos positivos aplicáveis pelos consumidores.

A técnica *RATA* foi aplicada com sucesso neste estudo, pois foi possível discriminar e caracterizar as frutas estruturadas utilizando consumidores não treinados, além de auxiliar na elucidação da aceitação das amostras. Jaeger e Ares (2015) relataram que a aplicação da metodologia *RATA* juntamente com a avaliação hedônica acarretou maior discriminação das amostras envolvidas na análise. Isto sugere que a capacidade de discriminação da avaliação hedônica é aumentada pela inclusão da análise *RATA*. Este resultado pode ser atribuído ao maior envolvimento e atenção dos consumidores quando a metodologia é realizada.

4 CONCLUSÃO

A fruta estruturada elaborada com maior concentração de polpa de uva apresentou os maiores conteúdos de antocianinas totais, flavonoides amarelos, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total, enquanto a fruta estruturada formulada com as maiores proporções de polpa de goiaba apresentou o maior conteúdo de carotenoides totais.

Os testes de aceitação, juntamente com o mapa de preferência interno e o teste descritivo pelo método *RATA* permitiu discriminar as frutas estruturadas. A fruta estruturada com maior concentração de polpa de uva (Ensaio 2) apresentou maior aceitação sensorial, pois os termos hedônicos prazeroso, satisfação, saboroso, surpresa, criatividade, expectativa e curiosidade foram associados a ela. A fruta estruturada com maior concentração de polpa de goiaba (Ensaio 3), foi associada aos termos textura dura e textura adesiva/pegajosa, fatores esses que podem ter contribuído para sua menor aceitação sensorial. Apesar de apresentar menor aceitação, foi possível visualizar que há consumidores que preferiram esta amostra.

De tal forma ressalta-se que as quatro frutas estruturadas apresentaram perfis descritivos e de consumidores distintos, podendo assim atender diferentes nichos de mercado.

REFERÊNCIAS

AL-HINAI, K. Z. *et al.* Instrumental texture profile analysis of date-tamarind fruit leather with different types of hydrocolloids. **Food Science and Technology Research**, v. 19, p. 531-538, 2013.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18.Ed. Washington, D.C., USA: AOAC International, 2005.

ARES, G. *et al.* Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 67–86, 2010.

ARES, G. *et al.* Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orange-flavoured powdered drinks. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, p. 1600–1608, 2011.

ARES, G. *et al.* Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (*RATA*). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87–95, 2014a.

ARES, G. *et al.* Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 135–141, 2014b.

ARES, G. *et al.* Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 65–76, 2014c.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, p. 141–153, 2013.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamina C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, p. 507-513, 1988.

BRAGA, A. C. C. **Néctares de frutas exóticas: estudo com consumidores**. 2014. 110f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 maio 2016. Seção 1. p. 44-46, 2016.

BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Consumers' texture perception of milk desserts.II – comparison with trained assessors' data. **Journal of Texture Studies**, v. 43, p. 214-226, 2012.

CAL, E. C. **Contexto e emoções na aceitação de alimentos**. 2016. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, 2016.

CRUZ, A. G. *et al.* Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. **Food Research International**, v. 54, p. 601–610, 2013.

DOOLEY, L.; LEE, Y. S.; MEULLENET, J. F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 394–401, 2010.

DOS SANTOS, B. A. *et al.* Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: Comparison with trained panel. **Food Research International**, v. 76, p. 725–734, 2015.

ESMERINO, E. A. *et al.* Consumer-based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): A comparative case with Greek yogurt samples. **Food Research International**, v. 99, p. 375–384, 2017.

FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins in foods**. In: Markakis P. Anthocyanins as Food Colors. New York, Academic Press, 181-207, 1982.

GIACALONE, D.; HEDELUND, P. I. Rate-all-that-apply (*RATA*) with semi-trained assessors: An investigation of the method reproducibility at assessor-, attribute- and panel-level. **Food Quality and Preference**, v. 51, p. 65–71, 2016.

GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J. M.; MENEZES, H. C. Frutas estruturadas de umidade intermediária obtidas de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 691-697, 2005.

JAEGER, S. R.; ARES, G. *RATA* questions are not likely to bias hedonic scores. **Food Quality and Preference**, v. 44, p. 157–161, 2015.

JAEGER, S. R. *et al.* Check-all-that-apply (*CATA*) responses elicited by consumers: Within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference**, v. 30, p. 56–67, 2013.

JANZANTTI, N. S.; MACHADO, T. V.; MONTEIRO, M. Sensory acceptance of juice from FCOJ processing steps. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 322-330, 2011.

LAGO-VANZELA, H. S. *et al.* Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of bordô grape (*Vitis labrusca*) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 13136–13146, 2011.

MACFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Preference mapping and multidimensional scaling**. In J.R. PIGGOT (Ed.), *Sensory Analysis of Foods*, 2nd. ed., London: Elsevier, 1988. 389p.

MACFIE, H. J. *et al.* Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

MACORIS, M. S. *et al.* The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1886-1891, 2012.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S. Bebidas mistas a partir de frutas da Amazônia. In: VENTURINI FILHO, W. G. *et al.* **Indústria de bebidas: inovação, gestão e produção**. São Paulo: Blucher, 2011.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3.ed., Viçosa: Editora UFV, 2013.

MININ, V. P. R.; DA-SILVA, C. Dos S. N. **Análise Sensorial Descritiva**. Viçosa-MG: UFV, 2016.

OLIVEIRA, E. W. *et al.* Reformulating Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal of Dairy Science**, v. 100, 2017.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LTW - Food Science and Technology**, v. 40, P. 1-11, 2007.

QUINTERO-RUIZ, N. A. *et al.* Evaluation of quality during storage of apple leather. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, p. 485-492, 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook of Carotenoids Analysis**. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004.

RUFINO, M. do S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1022, 2010.

SILVA, L. M. R. *et al.* Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014.

SZAJDEK, A.; BOROWSKA, E. J. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 63, p. 147-156, 2008.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 3. ed. New York: Academic Press. 2004.

TORRES, F. R. *et al.* Rapid consumer-based sensory characterization of requeijão cremoso, a spreadable processed cheese: Performance of new statistical approaches to evaluate check-all-that-apply data. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 1-11, 2017.

VIDIGAL, M. C. T. R. *et al.* Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciariadubia*), Cajá (*Spondilasinthea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, v. 44, p. 1988-1996, 2011.

VIRGOLIN, L. B.; SEIXAS, F. R. F.; JANZANTTI, N. S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 933-941, 2017.

WATERHOUSE, A. L. **Folin-Ciocalteu Micro Method for Total Phenol in Wine**. 2014. Disponível em: <https://waterhouse.ucdavis.edu/folin-ciocalteu-micro-method-total-phenol-wine>. Acesso em: 30 out. 2014.

CONCLUSÕES GERAIS

O Brasil é um dos maiores produtores de laranja do mundo. Estima-se que 80% da produção nacional de laranja resultem em suco industrializado. O consumo de suco de laranja integral, suco de laranja pronto para beber, 100% ou NFC (*Not From Concentrate*), que é o suco sem adição de açúcar e na concentração natural da fruta, tem aumentado em todo o mundo devido às mudanças nos hábitos dos consumidores, que buscam por alimentos saudáveis e praticidade de consumo em detrimento às bebidas carbonatadas e com alto valor calórico.

Dentre as sete marcas comerciais de sucos de laranja integral avaliadas, todas atenderam à legislação brasileira vigente quanto à rotulagem e apresentaram diferenças estatísticas para todos os parâmetros físico-químicos, com variações expressivas nos conteúdos de ácido ascórbico e carotenoides totais. Verificou-se que os principais motivos que levam ao consumo de suco de laranja integral são a qualidade e a preocupação com a saúde. Uma das marcas comerciais de suco de laranja destacou-se pelas maiores médias de aceitação para o atributo sabor de laranja e pelas maiores frequências de ideal de quantidade de polpa. Além disso, tal marca caracterizou-se pela presença significativa de compostos fenólicos totais e carotenoides totais e maior *ratio*, tendo assim sido escolhida como uma das matérias-primas para a formulação das frutas estruturadas.

As frutas estruturadas elaboradas com suco de laranja integral e polpas de uva e goiaba apresentam diferentes sabores e compostos com propriedades bioativas, tornando-se relevantes opções de consumo de frutas ao mercado consumidor. O uso de ferramentas estatísticas planejamento experimental centroide *simplex* para misturas ternárias e a função de desejabilidade permitiram estabelecer que frutas estruturadas elaboradas com concentrações de 15% de suco de laranja, 28,75% de polpa de uva e 56,25% de polpa de goiaba apresentaram o maior conteúdo de compostos com propriedades bioativas e potencial antioxidante. Todas as frutas estruturadas apresentaram textura mastigável, característica desejável pelos consumidores deste produto, e nenhum produto apresentou textura pastosa.

Os testes de aceitação, juntamente com o mapa de preferência interno e o teste descritivo pelo método *RATA* foram aplicados de forma satisfatória, pois permitiram discriminar as frutas estruturadas. A fruta estruturada com maior concentração de polpa de uva apresentou maior aceitação sensorial, associados aos termos hedônicos prazeroso, satisfação, saboroso, surpresa, criatividade, expectativa e curiosidade. A fruta estruturada com

maior concentração de polpa de goiaba foi associada aos termos textura dura e textura adesiva/pegajosa, fatores esses que podem ter contribuído para sua menor aceitação sensorial.

O suco de laranja integral bem com as frutas estruturadas elaboradas com suco de laranja e polpas de uva e goiaba apresentaram boa aceitação e conteúdo elevado de compostos com propriedade bioativa, fazendo das barras de frutas estruturadas excelentes alternativas às novas tendências globais da alimentação com agregado valor nutricional e sensorial.