

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 04/09/2021

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 memorian*), 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) diammoninum 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>
Sl	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</i> (RATA) 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</i> (RATA)	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.

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/foolin-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.